

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**BACHARELADO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**ALEXYA GARCIA BARBOSA**

**CLECIUS HENRIQUE CHEMIM**

**GABRIELA CORDEIRO DE PAULA**

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA ACRÍLICA  
TEXTURIZADA PARA O SETOR IMOBILIÁRIO COM REUSO DE  
COPOS DESCARTÁVEIS DE POLIESTIRENO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2021**

**ALEXYA GARCIA BARBOSA**

**CLECIUS HENRIQUE CHEMIM**

**GABRIELA CORDEIRO DE PAULA**

**DESENVOLVIMENTO DE MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA  
PARA O SETOR IMOBILIÁRIO COM REUSO DE COPOS  
DESCARTÁVEIS DE POLIESTIRENO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana de Paula Martins.

**PONTA GROSSA**

**2021**



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Câmpus Ponta Grossa  
Curso de Engenharia Química



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA PARA O SETOR  
IMOBILIÁRIO COM REUSO DE COPOS DESCARÁVEIS DE POLIESTIRENO

por

Alexya Garcia Barbosa

Clecius Henrique Chemim

Gabriela Cordeiro de Paula

Monografia apresentada no dia 13 de Maio de 2021 ao Curso de Engenharia Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Cesar Arthur Martins Chornobai

---

Mariana dos Santos do Nascimento

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Juliana de Paula Martins  
Orientadora

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Juliana de Paula Martins  
Responsável pelo TCC do Curso de Engenharia Química

*“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos enormemente à Professora Doutora Juliana de Paula Martins pelo aceite em nos orientar nesta pesquisa, bem como por sua paciência, constatações e anseio em nos ver bem sucedidos.

Agradecemos igualmente à Mariana Nascimento, por ter nos auxiliado, com seu conhecimento técnico em inúmeros momentos, ajudando-nos a enriquecer nossa pesquisa e torná-la mais palpável a cada explicação.

Agradecemos à UTFPR pela oportunidade da realização da presente pesquisa, naquilo que foi possível e sempre que necessário.

Agradecemos, por fim, aos nossos pais, familiares e amigos que estiveram acompanhando o desenvolver deste projeto, nos auxiliando com recursos ou mesmo palavras de perseverança, também com o anseio de nos ver bem sucedidos.

## RESUMO

BARBOSA, A. G.; CHEMIM, C. H.; DE PAULA, G. C. **Desenvolvimento de massa acrílica texturizada para o setor imobiliário com reuso de copos descartáveis. 43 p. 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

O advento do plástico revolucionou a vida do ser humano. Um componente versátil, seguro, higiênico, barato e de alta duração. Entretanto, da grande quantidade produzida anualmente, cerca de metade é descartada após ter sido utilizada uma única vez. Os plásticos de uso único incluem sacolas, talheres, canudos, embalagens e copos, figurando estes últimos como objeto de estudo da presente pesquisa. A disposição final destes materiais é difícil, gerando problemas de ordem ambiental e por mais que o reprocessamento seja uma forma de reciclagem e a incineração uma forma de aproveitamento energético, de uma maneira ou de outra a grande maioria destes resíduos encerrará sua vida em lixões, aterros ou nos oceanos. O poliestireno é um plástico amplamente empregado por suas características como transparência, alto brilho e capacidade de coloração, tornando-o excelente para a composição de embalagens para a indústria alimentícia, bem como copos e talheres descartáveis. Estima-se que o tempo de vida útil para plásticos de uso único seja menor que um ano, entretanto, quando se trata de plásticos para a construção civil, o tempo de vida útil atinge décadas. Dessa maneira, como objetivo do presente trabalho, buscou-se utilizar o poliestireno processado mecanicamente como coadjuvante das cargas minerais de uma massa acrílica, para compor uma massa texturizada, a fim de prolongar o tempo de vida útil deste tipo de plástico, evitando que acabe disposto incorretamente na natureza. Para tal, foi composta uma massa acrílica texturizada com 1 parte de poliestireno processado para 15 partes de massa acrílica comercial com tamanhos de partícula que variaram de 1,40 mm a menos que 0,71 mm. O produto foi avaliado com relação a suas propriedades de secagem, aderência e resistência às intempéries e mostrou-se funcional, atendendo satisfatoriamente aos parâmetros observados, ficando claro, portanto, que a incorporação do poliestireno mecanicamente processado às massas acrílicas é uma estratégia interessante e inteligente no que diz respeito ao prolongamento da vida útil deste plástico, evitando que seja descartado incorretamente em aterros, lixões ou no próprio oceano.

**Palavras-chave:** Plásticos de uso único, poliestireno, massa acrílica.

## ABSTRACT

BARBOSA, A. G.; CHEMIM, C. H.; DE PAULA, G. C. **Development of textured acrylic mass for the real estate sector with reuse of disposable cups. 43 p. 2021.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021.

The advent of plastic revolutionized human life. A versatile, safe, hygienic, inexpensive, and long-lasting component. However, of the large amount of plastic produced annually, about half of it is discarded after being used only once. Single-use plastics include bags, cutlery, straws, packaging and cups, this latter being object of study in this research. The final disposal of these materials is difficult, creating environmental problems and even though reprocessing is a form of recycling and incineration is a form of energy use, in one way or another the vast majority of these residues will end their life in landfills or the oceans. Polystyrene is a plastic widely used for its characteristics such as transparency, high brightness and coloring capacity, making it excellent for the composition of packaging for the food industry, as well as disposable cups and cutlery. It is estimated that the lifetime for single-use plastics is less than one year, however, when it comes to plastics for civil construction, the lifetime reaches decades. Thus, as an objective of the following work, the aim was to use mechanically processed polystyrene as an adjunct to the mineral loads of an acrylic mass, to compose a textured mass, in order to prolong the lifetime of this particular plastic, preventing it from being disposed improperly in nature. A textured acrylic mass was composed with 1 part of processed polystyrene for 15 parts of commercial acrylic mass with particles sizes ranging from 1.40mm to less than 0.71mm. The product was evaluated with respect to its drying properties, as well as adherence and resistance to weathering and proved to be functional, satisfactorily meeting the observed parameters, making it clear, therefore, that the incorporation of mechanically processed polystyrene into acrylic masses is an interesting and intelligent strategy with regard to extending the lifetime of this plastic, preventing it from being disposed of incorrectly in landfills, dumps or in the ocean itself.

**Key words:** Single-use plastics, polystyrene, acrylic mass.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuições do tempo de vida útil de produtos plásticos.....	13
Figura 2 - Ciclo de vida dos plásticos.....	14
Figura 3 - Reação de polimerização do estireno.....	18
Figura 4 - Composição esquemática de tintas.....	21
Figura 5 - Esquema do dispositivo de corte para o método A.....	29
Figura 6 - Curva granulométrica obtida.....	32
Quadro 1 - Propriedades do poliestireno.....	19
Imagem 1 - Copo picado a 1/16 de seu tamanho original.....	25
Imagem 2 - Aplicação de massa acrílica texturizada com espátula.....	27
Imagem 3 - Copos moídos.....	31
Imagem 4 - Massa acrílica texturizada antes da aplicação.....	33
Imagem 5 - Massa acrílica texturizada antes da aplicação.....	33
Imagem 6 - Diferentes texturas provenientes de aplicação com rolos diferentes.....	34
Imagem 7 - Comparação entre o chapiscado (à esquerda) e a massa acrílica texturizada (à direita).....	35
Imagem 8 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de secagem ao toque da massa acrílica comercial (à esquerda) e da massa acrílica texturizada (à direita).....	36
Imagem 9 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de secagem ao manuseio depois de uma hora para a massa acrílica comercial (à esquerda) e para a massa acrílica texturizada (à direita).....	37
Imagem 10 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de aderência para a massa acrílica comercial (à esquerda) e para a massa acrílica texturizada (à direita).....	38
Imagem 11 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de aderência para a massa acrílica comercial (à esquerda) e para a massa acrílica texturizada (à direita).....	39

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1. PROBLEMA.....	10
1.2. OBJETIVO GERAL.....	10
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
1.4. JUSTIFICATIVA.....	10
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. PRODUÇÃO, USO E DESTINO DOS PLÁSTICOS.....	12
2.2. EFEITOS DO PLÁSTICO NA NATUREZA.....	16
2.3. PANORAMA BRASILEIRO E OUTRAS PERSPECTIVAS.....	17
2.4. POLIESTIRENO.....	18
2.5. TINTAS.....	20
2.6. TINTAS ACRÍLICAS.....	23
2.7. TEXTURAS.....	23
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1. COLETA DE COPOS.....	25
3.2. MOAGEM DO COPOS.....	25
3.3. ENSAIO DE GRANULOMETRIA.....	26
3.4. COMPOSIÇÃO DA MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA.....	26
3.5. APLICAÇÃO.....	26
3.6. TESTES DE DESEMPENHO.....	27
3.6.1. Testes de secagem.....	27
3.6.2. Teste de aderência.....	28
3.6.3. Teste de resistência às intempéries.....	29
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
4.1. COLETA DOS COPOS.....	30
4.2. MOAGEM DOS COPOS.....	30
4.2.1. Resultados da análise granulométrica.....	31
4.3. COMPOSIÇÃO DA MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA.....	33
4.4. APLICAÇÃO.....	34
4.5. TESTES DE DESEMPENHO.....	35
4.5.1. Testes de secagem.....	35
4.5.2. Teste de aderência.....	37
4.5.3. Teste de resistência às intempéries.....	38
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O advento do plástico revolucionou a vida do ser humano. Um componente versátil, seguro, higiênico, barato e de alta duração. Entretanto, das 300 milhões de toneladas (Mt) produzidas anualmente ao redor do globo, cerca de 50% dessa quantidade é jogada fora após ter sido usada uma única vez (RHODES, 2018). Os então ditos plásticos de uso único incluem sacolas, talheres, canudos, embalagens e copos, figurando estes últimos como objeto de estudo da presente pesquisa. A disposição final destes materiais é ainda difícil, criando problemas de ordem ambiental e por mais que o reprocessamento seja uma forma de reciclagem e a incineração uma forma de reaproveitamento energético, de uma maneira ou outra esses plásticos acabarão em lixões, aterros ou oceanos.

De maneira geral, os plásticos são polímeros sintéticos, derivados principalmente de hidrocarbonetos provenientes do petróleo e do gás natural, de propriedades notáveis como leveza, durabilidade e o fato de poderem ser moldados em uma vasta gama de formatos. O poliestireno, por sua vez, obtido através da polimerização do estireno, é dotado de características como transparência, alto brilho e facilidade de coloração, sendo por estas razões, responsável por uma ótima aplicabilidade em embalagens para a indústria alimentícia, copos e talheres descartáveis (MONTENEGRO; SERFATY, 2002).

É possível estimar que o tempo de vida útil para plásticos de uso único seja menor que um ano, entretanto, quando se trata de plásticos para a construção civil, o tempo de vida útil atinge décadas, de maneira que a porcentagem de material que se inutiliza perante a quantidade de material produzida é relativamente baixa. Uma vez inutilizado, o plástico pode encarar três destinações: a reciclagem, a destruição térmica ou o descarte. Estimando que, de 1950 até 2015, de todo o plástico produzido, apenas 9% foi reciclado e 12% foi incinerado, é de se notar que a grande maioria acabou descartada a esmo na natureza (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017).

Devido sua alta durabilidade, os plásticos levam centenas de anos para se decompor e sua produção em larga escala saturou praticamente todos os ambientes do planeta. Estes materiais estão presentes nos organismos dos animais e, pela possibilidade de liberar e sorver substâncias contaminantes nocivas, estão encontrando seu caminho para o corpo humano.

### 1.1. PROBLEMA

Sem estratégias bem definidas para os plásticos em fim de vida, os seres humanos conduzem um experimento gigantesco em escala global, no qual bilhões de toneladas de plástico vêm se acumulando nos ecossistemas terrestres e aquáticos do globo. Tecnologias de desmaterialização, substituição e reutilização devem ser cada vez mais consideradas para projetar soluções inovadoras para os desafios ambientais que a produção global de plásticos proporciona. Dessa forma, pretende-se responder ao seguinte problema de pesquisa: O poliestireno processado mecanicamente como coadjuvante da composição de massas acrílicas atua como estratégia para prolongar o tempo de vida útil deste tipo de plástico?

### 1.2. OBJETIVO GERAL

Nesse contexto, por objetivo geral da presente pesquisa, buscou-se propor alternativa para o uso do poliestireno a fim de prolongar o tempo de vida útil deste tipo de plástico, evitando que acabe disposto incorretamente na natureza.

### 1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os objetivos específicos estão:

- Processar mecanicamente o poliestireno e utilizá-lo para a composição de uma massa acrílica texturizada;
- Avaliar o desempenho da massa acrílica texturizada em relação à secagem, aderência e resistência a intempéries;
- Comparar a secagem, aderência e resistência a intempéries do produto obtido com aqueles referentes à massa acrílica original.

### 1.4. JUSTIFICATIVA

Levando em conta que a quantidade total de resinas e fibras plásticas produzida na história humana até 2015 foi de 7.800 Mt, e que, metade disso foi produzida apenas nos últimos treze anos, fica evidente o crescimento extraordinário na produção desses materiais (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017).

Poucos plásticos comuns são biodegradáveis, levando centenas de anos para se decompor completamente e sofrendo fragmentação em partículas que podem alcançar dimensões na casa dos milímetros ou micrômetros ao longo dos anos, gerando resíduos

dos mais variados tamanhos. Figuram entre os principais problemas a ingestão dos plásticos pelos seres presentes nos ecossistemas em que estão encerrados, bem como a sorção e liberação de compostos potencialmente tóxicos (SCHNURR et al., 2018). Apenas recentemente os efeitos do microplástico no oceano foram considerados um problema passivo global e estudados com afinco, entretanto, pouco se sabe ainda sobre os impactos dele em ecossistemas terrestres, como lixões e aterros. Assim, as mesmas propriedades que fazem dos plásticos materiais aplicáveis em inúmeras utilidades também os tornam de difícil assimilação para a natureza.

Os copos descartáveis de poliestireno são amplamente empregados em escritórios, consultórios clínicos, fábricas, repartições públicas, estabelecimentos comerciais e também em outros locais em ocasiões envolvendo grande quantidade de pessoas, como eventos, sinônimos de praticidade e higiene e aplicáveis para as mais diversas bebidas. Entretanto, é muito preocupante que estes materiais sejam utilizados por apenas alguns minutos e depois sejam descartados a esmo, sem o tratamento adequado, acumulando-se na natureza por centenas de anos.

A principal maneira de eliminar permanentemente os plásticos é através da destruição térmica, seja por combustão ou pirólise, mas, ainda que a queima seja vantajosa em termos de aproveitamento energético, uma grande quantidade de dióxido de carbono e compostos tóxicos é produzida e, se não tratada, promove outros problemas de cunho ambiental.

A reciclagem, especificadamente o reprocessamento, atinge seu propósito pleno quando interrompe a geração de plásticos primários, de modo que atualmente isso não é uma realidade mundial, figurando este método por mais atrasar do que evitar o descarte do plástico. Além disso, a contaminação e a mistura de diferentes tipos de polímeros geram plásticos secundários de menor valor econômico e com propriedades físicas mais limitadas.

Uma alternativa viável, portanto, é o reuso de plásticos descartados para compor materiais da construção civil, como as tintas, visto que seu emprego pode impedir a disposição deles na natureza por longos períodos de tempo e também, devido ao fato de que, o Brasil figura entre os cinco maiores mercados mundiais do ramo, produzindo, somente em 2018, um volume pouco maior que um bilhão e meio de litros, dos quais cerca de 83% eram destinados a tintas imobiliárias (ABRAFATI, 2019).

A produção de uma massa acrílica texturizada com cargas de poliestireno indica a relevância deste trabalho para inúmeras áreas do conhecimento, dentre elas, o curso de Engenharia Química, uma vez que, buscou-se adequar a realidade do desenvolvimento tecnológico à capacitação de novas tecnologias de transformação físico-química que identifiquem e resolvam problemas considerando os variados aspectos da vivência humana, a saber, políticos, econômicos, sociais, culturais, e principalmente para este caso, ambientais, com uma visão ética e humanística, buscando atender às demandas da sociedade e do planeta.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. PRODUÇÃO, USO E DESTINO DOS PLÁSTICOS**

Um mundo sem plásticos é algo difícil de conceber nos dias atuais, mesmo levando em consideração que, segundo Geyer, Jambeck e Law (2017), a produção em massa desses materiais tenha sido alavancada a partir da década de 1950. É notável o rápido crescimento na produção dos plásticos, figurando este material sintético como um dos mais produzidos na história da humanidade.

Os materiais comumente ditos plásticos são polímeros de alto peso molecular, derivados principalmente de hidrocarbonetos provenientes do petróleo e gás natural e obtidos através da polimerização, processo no qual monômeros reagem entre si encadeando-se para formar macromoléculas que se enovelam.

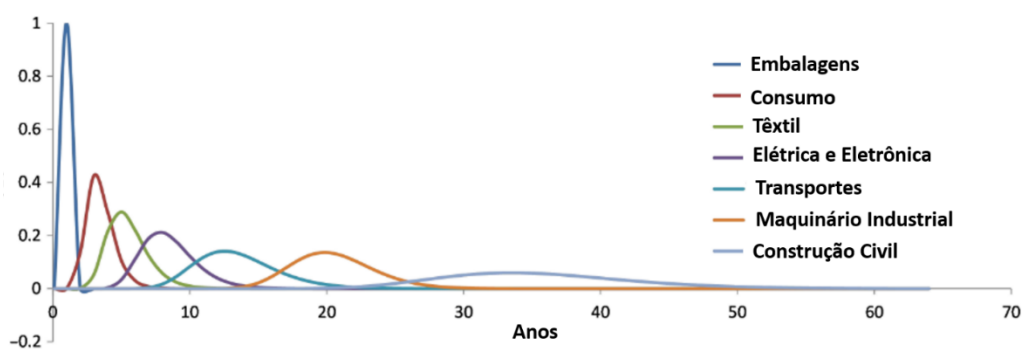
Não obstante apresentem propriedades variadas, os plásticos, em geral, são preferidos por sua baixa densidade, alta resistência, durabilidade, facilidade de processamento e manufatura, bem como pelo baixo custo. São empregados amplamente em quase todos os setores, mas alguns se destacam como o setor de embalagens, a construção civil, as indústrias elétrica e eletrônica, automotiva e têxtil e os bens de consumo.

Geyer, Jambeck e Law (2017), ao realizarem um levantamento sobre a produção de todos os plásticos já fabricados, levando em consideração as resinas poliméricas, as fibras sintéticas e os aditivos, dos quais incluem-se termoplásticos, termofixos, elastômeros, revestimentos e selantes, constataram que a quantidade total produzida de 1950 até 2015 foi de 8300 Mt.

Os autores apontam, ainda, que 7800 Mt de todos os plásticos já produzidos correspondem apenas às resinas e fibras, das quais 92% foram provenientes da produção de apenas sete tipos de polímeros: polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), polietileno tereftalato (PET), poliuretano (PU), poliestireno (PS) e poliésteres.

Dados trazidos pelos mesmos autores em seu trabalho, ainda assinalam que no ano de 2015, 407 Mt de plásticos primários entraram na fase de uso, enquanto 302 Mt deixaram-na. A discrepância entre estes dois valores se dá principalmente pela diferença no tempo de vida útil dos produtos plásticos, que varia de acordo com o setor. Acompanha-se, na figura 1, os tempos de vida útil para produtos plásticos de diferentes setores como uma função de distribuição de probabilidade logarítmica normal.

Figura 1 - Distribuições do tempo de vida útil de produtos plásticos.



Fonte: Traduzido e adaptado de Geyer, Jambeck e Law (2017).

É possível notar que embalagens e produtos de consumo se inviabilizam muito rapidamente, de maneira que os plásticos utilizados em embalagens encerram seu tempo de vida útil praticamente no mesmo ano em que foram produzidos, e produtos de consumo levam de 1 a 3 anos para inviabilizarem-se. O cenário é bastante diferente quando se trata dos plásticos utilizados na construção civil, que demoram décadas após sua produção para chegar ao fim de vida.

Geyer, Jambeck e Law (2017) levantando dados para o ano de 2015, constataram que apenas naquele ano, com relação a geração de resíduos plásticos, 54% foram provenientes do setor de embalagens, contra apenas 5% do setor de construção civil.

Fica claro, com os dados apresentados acima, que os produtos de uso único representam grande soma na composição do lixo plástico gerado anualmente, principalmente pela característica imediatista que possuem. E não é para menos, visto que

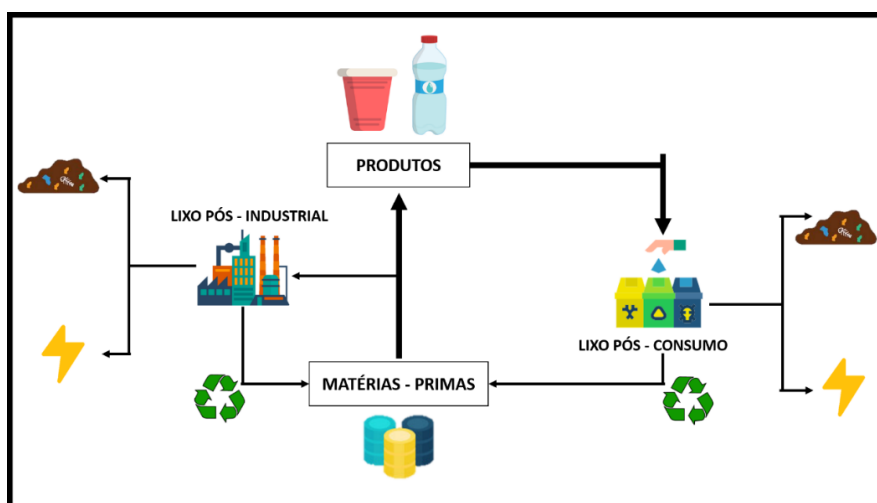
com o avanço na produção desses materiais, a humanidade de maneira geral passou a preferir produtos descartáveis a produtos reutilizáveis, como o vidro, por exemplo. Os produtos da construção civil, por sua vez, demonstram grande estabilidade visto que necessitam apresentar características como durabilidade e resistência perante as intempéries, o que prolonga a vida útil dos plásticos de maneira considerável.

Ragaert, Delva e Geem (2017) falam sobre o ciclo de vida dos plásticos. Inicialmente, matérias-primas virgens ou recicladas são transformadas em produtos através de técnicas como a injeção e a extrusão. Durante este processo gera-se um primeiro tipo de resíduo sólido plástico, o dito lixo pós-industrial, que nunca chega até o consumidor final, composto normalmente de produtos defeituosos, não conformes, ou ainda, cortes e aparas das peças prontas, que normalmente, pela composição bem definida e por não estarem contaminados, são, em sua maioria, reprocessados.

Os autores acima ainda apontam que depois de comercializados e, uma vez inutilizados, os produtos plásticos transformam-se em lixo pós-consumo, que, dependendo da política ambiental adotada na região, pode ser coletado separadamente ou não. Quando separado, este tipo de resíduo normalmente é uma mistura de plásticos cuja composição é de difícil determinação. Quando não separado, os plásticos encontram-se misturados rudemente a uma vasta gama de outros resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos.

Em relação ao ciclo de vida de materiais plásticos, um esquema pode ser observado na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Ciclo de vida dos plásticos.



Fonte: Traduzido e adaptado de RAGAERT, DELVA, GEEM (2017).

A partir da coleta, os resíduos plásticos podem encarar três destinações. A principal e mais comum é o descarte, na qual os plásticos são destinados a sistemas controlados, como aterros sanitários ou são deixados a esmo em lixões abertos ao meio ambiente. A segunda é a destruição térmica, na qual os resíduos são incinerados, com aproveitamento energético ou não. Por fim, a terceira é a reciclagem ou o reprocessamento em um material secundário.

Do ponto de vista ambiental, é preferível evitar a criação de resíduos plásticos de qualquer tipo evitando a produção em primeiro lugar. Entretanto, enquanto isso não é uma realidade, deve-se preferir adotar a técnica que cause o menor impacto ambiental possível.

De acordo com Gu e Ozbakkaloglu (2016), aterros sanitários e lixões devem ser considerados as últimas alternativas no tratamento do lixo plástico, uma vez que requerem grandes espaços e causam problemas de poluição ambiental a longo prazo, já que não tratam ou mediam o lixo ali depositado. A incineração, adotada em alguns países por conta do alto poder calorífico dos polímeros, além de prover energia, elimina por completo os resíduos plásticos, entretanto, muitas ressalvas devem ser avaliadas. Uma grande quantidade de dióxido de carbono e outros compostos químicos, bem como cinzas, potencialmente tóxicos, é liberada durante a queima. Assim sendo, a incineração é um método que requer medidas de controle de poluição avançadas e regulamentação dos órgãos competentes para operar plenamente.

Geyer, Jambeck e Law (2017) são enfáticos ao dizer que o reprocessamento mais atrasa do que evita a disposição final, visto que o cerne de tal prática só é atingido quando impede a geração de plásticos primários e isso é algo difícil de quantificar. Além disso, quando reprocessadas misturas de diferentes tipos de polímeros, há geração de plásticos secundários com qualificações técnicas inferiores e baixo valor econômico.

Uma outra técnica de reciclagem, contudo, se mostra um método ideal para resolver o problema da disposição dos resíduos plásticos: a reutilização destes como insumos para compor materiais da construção civil. Através deste método, resíduos plásticos podem ser utilizados sem o risco de degradação ao longo do tempo de vida útil do novo material, podem servir como substitutos de outros materiais virgens e ainda, o mais importante, serão impedidos de acabar dispostos incorretamente na natureza por longos períodos de tempo.

## 2.2. EFEITOS DO PLÁSTICO NA NATUREZA

Rhodes (2018) observa que da quantidade total de plásticos produzida de 1950 até 2015, um total de 6300 Mt de lixo plástico foi gerado, do qual apenas cerca de 9% foi reciclado e 12% incinerado. Isso aponta que os 79% restantes ou foram dispostos em aterros e lixões ou foram descartados diretamente na natureza.

É claro que a mesma propriedade que faz com que os plásticos sejam tão aclamados é exatamente a propriedade que faz com que se tornem um grande problema ambiental. O plástico é altamente durável e potencialmente leva centenas de anos para se degradar completamente, acumulando-se e poluindo cada vez mais ecossistemas terrestres e aquáticos. Independente do ambiente em que estejam encerrados, os plásticos ainda podem causar problemas de ordem física e/ou química aos organismos ali inseridos e na cadeia alimentar subsequente. Pode haver ingestão dos plásticos ou partículas deles, bem como podem ocorrer intoxicações devido a químicos desorvidos, que atuam como disruptores endócrinos ou são poluentes orgânicos persistentes.

Apesar da poluição plástica marinha ser reportada décadas atrás, apenas recentemente foi reconhecida como um problema passivo global e amplamente estudada, principalmente pela quantidade imensa de plásticos que entram nos oceanos anualmente, todos gerados em terra. Maye, Kirwan e Brunori (2019) indicam que aproximadamente 12 Mt de plástico se encerram nos oceanos do planeta todo ano, de modo que as embalagens e os descartáveis figuram entre os principais componentes dessa margem. Carregados por rios e impulsionados por um gerenciamento de resíduos ineficiente, uma vez nos oceanos, os plásticos são dispersados por correntes marítimas ao redor do mundo todo, desde a superfície até áreas mais profundas e remotas, como a Antártida.

Schnurr et al. (2018) indicam que a poluição marinha compreende tanto os macrolásticos, maiores que 5 mm, quanto os microplásticos, de 0,1 mm a 5 mm. Os microplásticos podem ser categorizados em primários e secundários. Os primeiros dizem respeito aos plásticos que foram originalmente confeccionados em tamanhos pequenos, como as microesferas utilizados em cosméticos como esfoliantes e cremes corporais. Os últimos dizem respeito a fragmentos plásticos degradados através da radiação solar, por exemplo.

O perigo em circular pelos ecossistemas marítimos, plástico numa variedade tão grande de tamanhos, reside, principalmente, no fato de que muitos seres vivos podem



ingeri-lo. De bivalves a tartarugas, componentes plásticos já foram encontrados até em ovos de aves. O problema ainda se estende até a terra firme, quando os seres humanos passam a ingerir alimentos contaminados, principalmente com microplásticos, que ainda correm o risco de ter adsorvido substâncias tóxicas.

### 2.3. PANORAMA BRASILEIRO E OUTRAS PERSPECTIVAS

A Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST, 2019) indica que a produção de produtos plásticos no país foi de 6,2 Mt em 2018, de maneira que este setor da economia gerou mais de 320 mil empregos diretos em mais de 12 mil empresas do ramo, indicando sua forte contribuição econômica para o Brasil. O poliestireno, por sua vez, figura como uma das principais resinas consumidas, de maneira que 5,7% do total de plásticos produzidos no país é proveniente deste polímero, pouco mais que 353 mil toneladas.

O panorama apresentado acima ainda aponta que os três principais setores consumidores de produtos plásticos no Brasil são os de construção civil (23,8%), alimentos (20,2%) e artigos de comércio em atacado e varejo (10,5%), representando mais que 50% do consumo total. Quanto aos índices de reciclagem, os mais expressivos estão restritos ao reprocessamento, de modo que no país apenas 550 mil toneladas de plásticos são recicladas anualmente, algo muito parecido com a média mundial histórica, de 9% perante a produção total.

Apesar da cadeia produtiva do plástico ser um forte motriz da economia brasileira, é visível que, devido as fracas políticas ambientais e o ineficiente gerenciamento dos resíduos adotado no país, quase que a totalidade do plástico acaba disposta na natureza, em aterros sanitários, lixões, espalhados pelas cidades, em rios e no oceano. Além disso, com exceção da construção civil, os principais setores consumidores deste material são aqueles que mais se utilizam de plásticos de uso único.

Gonzalez (2019) aponta que o Brasil, assim como os Estados Unidos, se recusou a assinar um acordo proposto pela Organização das Nações Unidas (ONU) no dia 10 de maio de 2019 para tentar conter e solucionar o problema dos plásticos no meio ambiente. Dentre as propostas do acordo assinado por outros 187 países, estão, diminuir a produção de plásticos de uso único, incentivar pesquisas a fim de descobrir produtos alternativos e realizar estudos sobre a reciclagem. Vale ressaltar que tanto o Brasil quanto os Estados Unidos figuram entre as cinco nações que mais produzem lixo plástico.

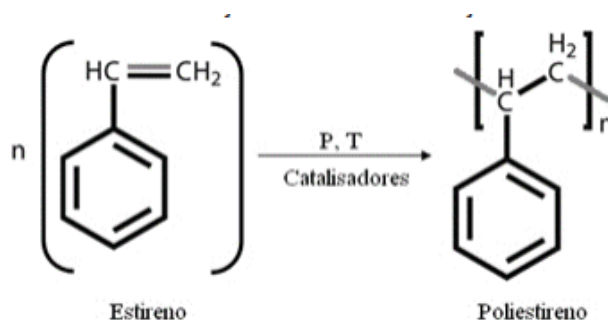
Enquanto o país não adota medidas mais eficazes para o gerenciamento de produtos plásticos e sua adequada destinação, a melhor alternativa é buscar soluções viáveis, que possam impedir o descarte e a presença desses materiais nos ecossistemas naturais. Apostando, portanto, no setor brasileiro que mais consome plásticos, está aí uma oportunidade ímpar em destinar os resíduos plásticos para compor materiais da construção civil.

#### 2.4. POLIESTIRENO

Buscando melhor apresentar o poliestireno (PS), pode-se dizer que é o polímero derivado do estireno cuja importância reside em sua alta empregabilidade, baixo custo, propriedades mecânicas e também pela facilidade em ser processado. Segundo Albuquerque (2001), este polímero comporta-se como termoplástico duro e amorfo, caracterizando-se por sua clareza brilhante, resistência e facilidade de colorização. A grande versatilidade do poliestireno frente ao processamento permite que seja utilizado e adequado para várias finalidades.

Na figura 3, observa-se sua obtenção a partir do estireno, através do processo de polimerização.

Figura 3 - Reação de polimerização do estireno.



Fonte: Lattman (2018).

Com relação ao processo produtivo, Leite e outros autores (2007) apontam a existência de inúmeras técnicas de polimerização para obter o poliestireno, entretanto, a polimerização em massa é comumente mais utilizada visto propiciar maior grau de pureza. Comercialmente, apresenta-se de variadas formas:

- O poliestireno comum ou cristal é em essência o homopolímero de estireno que pode ser lubrificado pra facilitar extrusões e moldagens. Geralmente

é empregado para a produção de copos e talheres descartáveis, embalagens para a indústria alimentícia e caixas de CD/DVD.

- O poliestireno resistente ao calor é, em verdade, o poliestireno cristal, modificado a fim de que seu ponto de distorção térmica seja aumentado e haja maior resistência a temperaturas mais elevadas.
- O poliestireno resistente ao impacto, também conhecido como de alto impacto (PSAI), é por sua vez modificado com elastômeros de polibutadieno e empregado com mais ênfase na indústria automotiva, na fabricação de refrigeradores e televisores.
- O poliestireno expandido (EPS), conhecido popularmente como isopor®, é obtido por meio da expansão do poliestireno com presença de um agente químico, como os hidrocarbonetos criogênicos.

Algumas características gerais do poliestireno podem ser observadas no quadro 1, logo a seguir:

Quadro 1 - Propriedades do poliestireno.

<b>Resistência a tração</b>	<b>550kgf/cm<sup>2</sup></b>
<b>Índice de refração</b>	<b>1,59</b>
<b>Temperatura de derretimento</b>	<b>Entre 90° e 95° C</b>
<b>Dureza</b>	<b>Elevada</b>
<b>Transparência</b>	<b>Tipo cristal, geralmente</b>
<b>Temperatura de moldagem</b>	<b>180°C</b>
<b>Odor</b>	<b>Inodoro</b>
<b>Toxicidade</b>	<b>Atóxico</b>
<b>Absorção</b>	<b>Pequena absorção de umidade</b>
<b>Solubilidade</b>	<b>Resistente aos álcalis e insolúvel com hidrocarbonetos alifáticos e álcoois inferiores. É solúvel em ésteres, hidrocarbonetos aromáticos, álcoois superiores e hidrocarbonetos clorados.</b>

Fonte: Adaptado de Albuquerque (2001).

Dados levantados pela IHS Markit (2017) indicam que o poliestireno é o quinto termoplástico mais consumido no mundo. Aponta-se que em 2017 as embalagens foram o maior uso final do poliestireno representando 38% da demanda global, enquanto que produtos de consumo, como utilidades domésticas e móveis, representaram, por sua vez, 13%. Houve crescimento na produção de ambos os setores entre 2013 e 2017 a uma taxa

média anual de 0,5% para o setor de embalagens e 0,2% para o setor de produtos de consumo.

Avaliando os valores expostos acima fica visível que mais da metade da produção de poliestireno destina-se a fins de uso único, com tempos de vida útil baixíssimos. As porcentagens apontadas são preocupantes, e encarando os índices de produção do cenário brasileiro, fica visível que este plástico está altamente veiculado a rotina dos brasileiros, grande parte das vezes encerrado indevidamente no meio ambiente.

Enquanto a questão da poluição causada pelo plástico não encontra uma solução definitiva e toneladas desse material são dispostas indevidamente na natureza, diferentes técnicas devem ser consideradas para desenhar propostas capazes de vencer os desafios ambientais causados pela enorme quantidade de plásticos produzida e descartada diariamente.

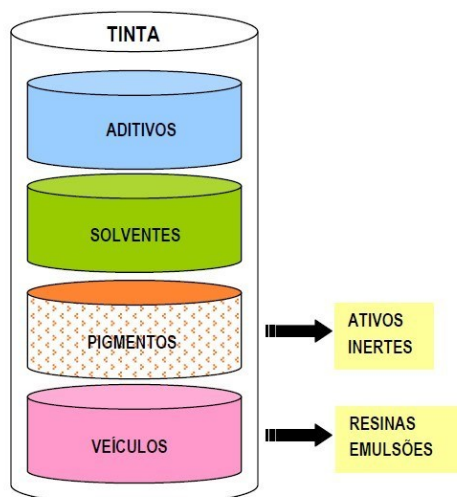
Assim sendo, e, observando que os plásticos de uso único apresentam vastas possibilidades de reaproveitamento, o enfoque da presente pesquisa foi obter uma massa acrílica texturizada em que o poliestireno processado mecanicamente atue como coadjuvante às cargas minerais comumente utilizadas.

## 2.5. TINTAS

As tintas estão inseridas dentro do mercado imobiliário e Santos (2010) aponta que podem ser usadas para formar revestimentos superficiais a fim de minimizar a degradação e aumentar o valor estético dos materiais.

De acordo com a norma brasileira NBR 15156 de 2004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define-se tinta como o produto líquido, pastoso ou pó, que apresenta propriedades para formar uma película depois de sua secagem, também dita cura. Já Fazenda (2009) afirma que, essencialmente, as tintas são o resultado da mistura de resinas, pigmentos e solventes, acrescentando-se aditivos quando da necessidade de modificação das propriedades destes produtos, a fim de que atendam aos fins a que se destinam. A figura 4, abaixo, ilustra a composição esquemática de uma tinta.

Figura 4 - Composição esquemática de tintas.



Fonte: Cunha (2011).

Ainda em conformidade com a NBR 15156 de 2004, a resina, também conhecida como ligante, veículo não volátil ou binder, é responsável por conferir propriedades coesivas e adesivas às tintas. Além disso, Fazenda (2009) explica que este componente é determinante na formação da película ou filme. Efetivamente, a tinta é determinada a partir da resina da qual é composta, que pode ser, por exemplo, acrílica, poliuretânica, epoxídica, amínica, fenólica e alquídica.

Nunes (2007) aponta, por sua vez, que o pigmento é uma substância pulverulenta cujo principal objetivo é conferir cor, encorpar a película ou evitar a corrosão.

Em relação a natureza dos pigmentos, eles podem ser divididos em orgânicos e inorgânicos. Kränkel (2018), indica que os primeiros caracterizam-se por possuir baixa densidade e resistência química, alto brilho, e fragilidade perante os raios ultravioleta, sendo empregados principalmente sob o objetivo tintorial. Os últimos, por sua vez, além de funções tintoriais, são empregados como cargas e anticorrosivos, caracterizando-se aí, por possuir menos brilho e mais resistência química e aos raios ultravioletas.

Além da classificação acima, Kränkel (2018) complementa que os pigmentos podem ser separados em ativos ou inertes, baseando-se na ação bem definida que desempenham em uma tinta. Os pigmentos ativos são aqueles que conferem anticorrosividade, impermeabilização ou fluorescência às tintas, por exemplo. Os pigmentos inertes são ditos cargas ou extensores e atuam como reforçantes, encorparando as tintas pelo aumento do teor de sólidos em sua formulação, bem como regulando o

brilho e a consistência. De acordo com Brasilminas (2018), são essas cargas que garantem maior proteção à tinta, proporcionando melhora das suas propriedades mecânicas.

Em conformidade com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI, 2019), as cargas minerais podem ser materiais inorgânicos, naturais ou sintéticos que conferem às tintas propriedades como de enchimento, textura, controle de brilho, auxílio na opacidade e resistência à abrasão. Brasilminas (2018) aponta que dentre as principais cargas ou aditivos mineiras, as mais indicadas e utilizados para tintas são o agalmatolito, a barita, a bentonita, a calcita, o carbonato de cálcio precipitado, o caulim, a diatomita, o dióxido de titânio, a dolomita, o óxido de zinco, o quartzo, o sulfato de bário e o talco.

Especula-se, por estas razões, que o poliestireno mecanicamente processado, tal qual proposto pelo presente trabalho, possa atuar como coadjuvante das cargas minerais inertes de massas acrílicas, reforçando a película, aumentando o teor de sólidos e, conferindo textura.

Os solventes, conforme a definição da ABRAFATI (2019), são líquidos voláteis que possibilitam dissolver a resina e manter homogênea a mistura dos componentes da tinta, propiciando uma viscosidade ótima para a aplicação. São, em sua maioria, compostos orgânicos ou mesmo a água e também são conhecidos como diluentes, thinners, afinadores e redutores. Segundo a NBR 15156 de 2004 da ABNT, a parcela líquida da tinta representada pela combinação de solvente e resina é chamada de veículo.

Duas das principais características do solvente que possuem grande influência na formação adequada da película do revestimento são: taxa de evaporação e poder de solvência.

Kränkel (2018) também explica que as tintas podem ser confeccionadas sem o uso de aditivos, no entanto, sua adição pode ser conveniente para conferir uma melhora em determinadas características. Os principais tipos de aditivos são os plastificantes, secantes, antipeles (ou antinatas), tensoativos ou umectantes, espessantes (tixotrópicos ou geleificantes) e os nivelantes.

A ABRAFATI (2019) revela ainda que o Brasil está classificado como um dos cinco maiores mercados de tintas a nível mundial. No país, os segmentos no qual o setor se divide são o de tintas imobiliária, industrial e automotiva. Apenas no ano de 2018

foram produzidos 1,548 bilhões de litros de tinta, dos quais mais do que 82% são correspondentes ao setor de tintas imobiliárias, indicando sua relevância e o grande potencial de aplicabilidade do presente projeto.

## 2.6. TINTAS ACRÍLICAS

Pensando nas tintas e em suas diversas composições, Silva (2000) evidencia que as resinas acrílicas, altamente utilizadas e por isso interessantes do ponto de vista tecnológico, são formadas por copolímeros de alto peso molecular com dois ou três tipos de monômeros. Pelo menos um desses monômeros deve ser um composto acrílico. Essas resinas possuem grupos reativos como hidroxila, carboxila ou amida e o outro é o éster acrílico. Pode haver um terceiro componente opcional, por exemplo, monômero tipo estireno.

Gnecco (2007), ressalta que as tintas acrílicas podem ser tanto a base de solventes orgânicos quanto à base de água. As últimas possuem pouco odor e ótimo desempenho na pintura de estruturas, equipamentos, bombas, tubulações, etc. Essas tintas foram desenvolvidas para superfícies metálicas, de madeira ou de concreto em obras novas ou para manutenção. Já as tintas acrílicas à base de solventes orgânicos apresentam boas propriedades, secagem rápida, ótima resistência ao intemperismo e baixa espessura.

## 2.7. TEXTURAS

Tanto as tintas acrílicas como as texturas assumem um importante papel no mercado brasileiro e Uemoto (2015) define, por sua vez, a tinta acrílica texturizada como sendo uma resina acrílica ou acrílico-estirenada à base de água que possui cargas minerais especiais para proporcionar o efeito da textura, pigmentos, aditivos, além de hidro-repelentes, de maneira que os produtos comercializados com o nome “massa acrílica” também se enquadram nessa categoria.

Cavani e Becere (2012) apontam que no contexto nacional da construção civil, em especial na manutenção dos revestimentos de fachadas e execução de acabamentos, as texturas acrílicas são amplamente empregadas, tanto em ambientes externos como também em ambientes internos, devido suas propriedades e desempenho.

Os autores acima ainda expõem que existem vantagens consideráveis em utilizar esse tipo de tinta texturizada em relação aos acabamentos lisos, como por exemplo, sua maior viscosidade permite que a textura possua maior capacidade de correção de

irregularidades e preenchimento de fissuras, a película formada mais espessa permite maior impermeabilidade e maior resistência ao intemperismo, a necessidade de apenas uma demão, e por fim, a baixa visibilidade dos problemas de calcinação que podem ser removidos pela água da chuva. Quanto a sua aplicação, recomenda-se utilizar como ferramentas, espátulas, desempenadeiras ou rolos para textura, projetando mecanicamente a composição final sobre o substrato desejado.

Por fim, os autores indicam que outra das vantagens das tintas acrílicas texturizadas é a possibilidade de aplicá-las em uma gama mais ampla de substratos, podendo ser usadas tanto em superfícies planas com acabamento quanto em superfícies rugosas como concreto, chapas de cimento, alvenaria, ou blocos de concreto aparente.

As massas acrílicas, por sua vez, são produtos de fácil aplicação, secagem rápida e grande poder de preenchimento, utilizadas principalmente para proporcionar acabamentos lisos, no nivelamento e correção de imperfeições rasas em pinturas e repinturas de superfícies em ambientes internos e externos de reboco, gesso, fibrocimento, concreto aparente, blocos de concreto e paredes pintadas com tinta PVA ou acrílica. A massa acrílica é um produto à base de dispersão aquosa de copolímero estireno acrílico, cargas minerais inertes, glicóis e tensoativos etoxilados e pode ser aplicado facilmente com desempenadeiras, espátulas e/ou equipamento airless.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Sendo o enfoque da presente pesquisa obter uma massa acrílica texturizada em que o poliestireno processado mecanicamente atue como coadjuvante às cargas minerais comumente utilizadas, do ponto de vista de sua natureza, configura-se esta pesquisa como aplicada, uma vez que buscará a geração de conhecimentos que possibilitem corroborar a presente proposta de reutilização do poliestireno em aplicações práticas e promover uma alternativa à disposição incorreta deste tipo de plástico no meio ambiente. E ainda, do ponto de vista de seus objetivos, configura-se como explicativa em virtude de seu caráter inovador, de maneira que, através da experimentação, buscar-se-á compreender e avaliar os efeitos da adição do poliestireno na performance de massas acrílicas, através de testes de qualidade e comparação com amostras de controle.

O enfoque desta pesquisa é quantitativo e, por isso, foi realizada nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) Campus Ponta Grossa, naquilo



que foi possível perante a pandemia global de SARS-CoV-2 nos anos de 2020/2021 e na residência dos acadêmicos, com algumas adaptações.

### 3.1. COLETA DE COPOS

Inicialmente foram coletados uma quantidade suficiente para realizar o experimento de copos descartáveis de poliestireno provenientes da coleta seletiva de resíduos plásticos de uma empresa da cidade de Ponta Grossa, no intervalo de tempo de um único dia, de maneira que foram utilizados apenas os copos descartados após a utilização para o consumo de água.

### 3.2. MOAGEM DO COPOS

Os copos foram então picados a 1/16 do seu tamanho original de modo a melhorar a área de contato efetiva do plástico com as lâminas do utensílio de moagem, para facilitar o processo, conforme demonstra a imagem 1, logo abaixo.

Imagem 1 - Copo picado a 1/16 de seu tamanho original.



Fonte: Autoria própria (2021).

Procedeu-se então com a moagem a seco dos copos com auxílio de ultraprocessador de alimentos de 1000W e capacidade de 650mL, obtido com recursos provenientes do edital 01/2019 da Pró-Reitoria de Relações Empresariais e Comunitárias (PROREC) e da Pró-Reitoria de Graduação e Educação Profissional (PROGRAD) da UTFPR. Foram processados 10 copos por vez, com três ciclos de um minuto cada, totalizando a quantidade de 70 copos processados e 130 gramas de material. Determinou-

se esse procedimento em razão das limitações do equipamento de volume e processamento.

### 3.3. ENSAIO DE GRANULOMETRIA

Para o ensaio granulométrico, foi utilizada a seguinte série de peneiras com aberturas de malha (em mm): 1,40/1,18/1,00/0,85/0,71. Foram escolhidas essas aberturas devido à disponibilidade de peneiras e dentro da limitação de uso de apenas 5 peneiras no equipamento para realização do ensaio. O peneiramento foi realizado encaixando cada peneira previamente limpa e o fundo sobre um agitador eletromagnético de peneiras da marca Bertel®. Antes do início do ensaio, os copos moídos foram colocados na peneira de maior abertura, prosseguindo então com o fechamento da tampa. Após o ajuste do timer do equipamento para 10 minutos de duração e o ajuste da intensidade de vibração para 9, deu-se início ao ensaio que serviu apenas para avaliar o perfil granulométrico das cargas obtidas.

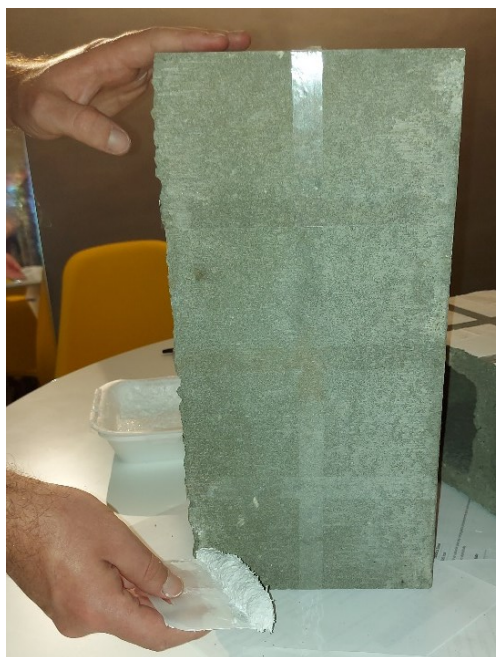
### 3.4. COMPOSIÇÃO DA MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA

A massa acrílica texturizada foi composta empiricamente pela adição de 1 parte de copos moídos (10 gramas) a 15 partes de massa acrílica comercial da fabricante Suvinil® (150 gramas). Para tal, foram adicionados em um recipiente a massa acrílica e todos os perfis granulométricos de copos moídos, sendo realizada posteriormente a mistura manual com uma colher até a obtenção de uma massa homogênea.

### 3.5. APLICAÇÃO

A massa acrílica texturizada foi aplicada em blocos de concreto com dimensões de 39cmx14cmx19cm, dispostos de maneira vertical para simular aplicação em uma parede de mesmo material. Antes da aplicação, foi utilizada uma fita para dividir o bloco em oito partes iguais de 8,5cmx8,5cm, a fim de delimitar as áreas de aplicação, para melhor controle dos testes de secagem e aderência, como demonstra a imagem 2.

Imagem 2 - Aplicação de massa acrílica texturizada com espátula



Fonte: Autoria própria (2021).

A massa foi aplicada com o auxílio de uma espátula de plástico de 9cmx7cm, buscando o máximo de cobertura possível. Para tal, foi coletada quantidade que cobrisse a ponta da espátula e logo em seguida, com movimento linear de baixo para cima, foi aplicada a massa acrílica texturizada no bloco.

### 3.6. TESTES DE DESEMPENHO

Tendo em vista que as propriedades de secagem, aderência e resistência às intempéries são as mais comumente avaliadas nos testes de desempenho em tintas e massas comerciais, então foram realizados testes de acordo com padrões industriais para a verificação desses parâmetros, conforme descritos abaixo.

Os testes foram realizados na massa acrílica texturizada aplicada nos blocos de concreto e a título de comparação, foram realizados os mesmos testes para a massa acrílica comercial sem nenhuma adição de poliestireno.

#### 3.6.1. Testes de secagem

Kränkel (2018) aponta que o teste de secagem ao toque leva em consideração o tempo necessário para que o filme não apresente aderência ao sofrer um leve toque de um dedo limpo e desengordurado.

O mesmo autor ainda indica que a secagem ao manuseio, por sua vez, avalia o teor de alteração no filme quando o dedo polegar limpo e desengordurado é pressionado contra a película e no qual o braço do operador do teste forme uma linha vertical em relação ao filme. Após essa leve pressão, o operador gira o dedo formando um ângulo de 90° no plano da parede, finalizando com a limpeza promovida por um pano limpo e macio para facilitar a análise do local testado. A avaliação desse teste é satisfatória ao não ser observado nenhum desprendimento, deslocamento ou enrugamento na área testada da película.

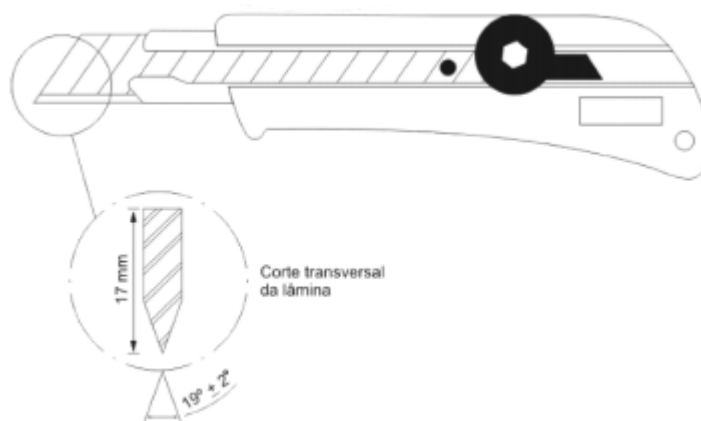
### **3.6.2. Teste de aderência**

O teste de aderência da película foi realizado de acordo com a norma NBR 11003:2009 pertencente a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A norma prevê dois testes principais, o método A (corte em X) e o método B (corte em grade), na qual o primeiro é aconselhado para películas secas com espessuras maiores ou iguais a 70 µm, enquanto que o segundo é para espessuras menores que 70 µm.

Devido ao fato das tintas acrílicas texturizadas possuírem elevadas espessuras, em geral de 1 (1000 µm) à 3mm (3000 µm) segundo Lucas (1987), o teste de aderência mais apropriado é o método A com corte em “X”.

De acordo com a norma NBR 11003:2009, para a execução do método A, é necessário um dispositivo de corte de lâmina de aço com aproximadamente 17mm de largura e que possua um ângulo de corte com 19° +/- 2° como representado na figura abaixo, cujas bordas cortantes devem estar sempre afiadas. Além disso, são necessários também uma fita adesiva de qualquer tipo com dimensões de 25mm de largura e 0,2mm de espessura, um medidor de espessura, um gabarito para traçar o corte, uma borracha e uma lupa com aumento de sete vezes.

Figura 5 - Esquema do dispositivo de corte para o método A.



Fonte: ABNT NBR 11003 (2009).

O teste consiste em selecionar uma área o mais plana possível, livre de imperfeições e seca, medindo em seguida, a espessura. Realizar então, com o dispositivo citado acima, dois cortes de 40 mm de comprimento cada um, interceptados ao meio, formando o menor ângulo entre  $35^\circ$  e  $45^\circ$ , devendo os cortes alcançar o substrato em apenas um movimento contínuo e uniforme. Deve-se verificar se o substrato foi atingido com o auxílio da lupa e em caso negativo, deve-se escolher outro local e executar novos cortes. Em seguida aplica-se 10 cm de fita uniforme e contínua no centro da interseção, na direção dos menores ângulos, alisando com o dedo na área das incisões e em seguida esfregando firmemente a borracha no sentido longitudinal da fita a fim de se obter uma uniformidade na transparência da fita aplicada. Por fim, deve-se remover a fita no intervalo de 1 a 2 min da aplicação, puxando-a firmemente e continuamente em um ângulo tão próximo de  $180^\circ$  quanto o possível, para, então, proceder com o exame da área ensaiada.

### 3.6.3. Teste de resistência às intempéries

No presente trabalho foi realizado o ensaio de resistência às intempéries ao natural, no qual os blocos de concreto com a massa acrílica texturizada aplicada em uma área de 19cmx20cm foram colocados em um ângulo de  $45^\circ$  com o plano do chão, expostos ao sol e as condições ambientes como: chuva, ventos e mudanças de temperatura. Este ensaio demanda mais tempo e a fim de obter resultados satisfatórios, foi realizado em um

intervalo de aproximadamente 3 meses. Os principais efeitos observados ao final deste teste dizem respeito ao surgimento de rachaduras, fissuramento, degradação, perda de brilho e de cor ou amarelecimento e também empolamento.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### **4.1. COLETA DOS COPOS**

Ressalta-se, novamente, que os copos coletados para o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos num intervalo de tempo de um único dia. Buscou-se dar foco mais uma vez a essa informação para evidenciar o quão grande é a dependência de plásticos de uso único no cotidiano e o quão grande é a geração destes resíduos, de modo que há uma enorme facilidade em encontrá-los e coletá-los para servir como matéria-prima para o que buscou-se propor neste trabalho.

##### **4.2. MOAGEM DOS COPOS**

A moagem dos copos representou um desafio do ponto de vista prático e tecnológico. De início, a proposta era avaliar métodos de moagem como o moinho de lâminas, entretanto, com o início e o agravamento da pandemia e a impossibilidade de utilizar estes recursos nas dependências da UTFPR, optou-se pela utilização de um ultraprocessador de alimentos de 1000W.

O ultraprocessador se assemelha a um moinho de lâminas, mas apresenta uma performance limitada no que diz respeito à moagem dos copos plásticos, dado que não é a esta função a que foi projetado.

A moagem no ultraprocessador exigiu que os copos fossem picados para aumento da área de contato com as lâminas do equipamento. Além disso, a capacidade de copos processada simultaneamente era limitada, uma vez que para uma quantia maior que 10 copos picados, havia uma tendência de empilhamento em camadas e formação de caminhos preferenciais, impedindo o contato dos copos com as lâminas e reduzindo a efetividade da moagem.

Para obter uma moagem considerada adequada, foram utilizados três ciclos de um minuto no ultraprocessador, de maneira que nesse intervalo de tempo o equipamento esquentava. Observou-se uma geração de uma pequena porcentagem (de 3 à 5% do total) de resíduos plástico em forma de pó durante o processo de moagem, que devido à baixa granulometria, possuem maior susceptibilidade à degradação térmica. Devido a isso,

fundiam e ficavam aderidos na base e no eixo rotativo do equipamento e, conseqüentemente, acabavam sendo descartados posteriormente.

Mesmo com as dificuldades observadas acima, foi possível obter copos moídos a uma granulometria que se considerou ser efetiva para conferir textura à massa acrílica, ou seja, o objetivo de conferir textura utilizando os copos moídos reusados foi alcançado. A imagem 3 torna evidente, em detalhes, a aparência dos copos após a moagem.

Imagem 3 - Copos moídos.



Fonte: Autoria própria (2021).

Já existem moinhos específicos para a moagem de plástico no mercado e estes se apresentam versatéis, possibilitando uma ampla gama de aplicação nos mais diversos tipos desse material. O mais comumente utilizado em escala industrial é o moinho de facas que os fragmentam em partes menores – os chamados flakes (PIRES, 2008). Os moinhos podem ser de lâminas de baixa e alta rotação, de bocais alongados, com cabines para diminuição do ruído, além de outros tipos especialmente desenhados para atender aos fins especificados.

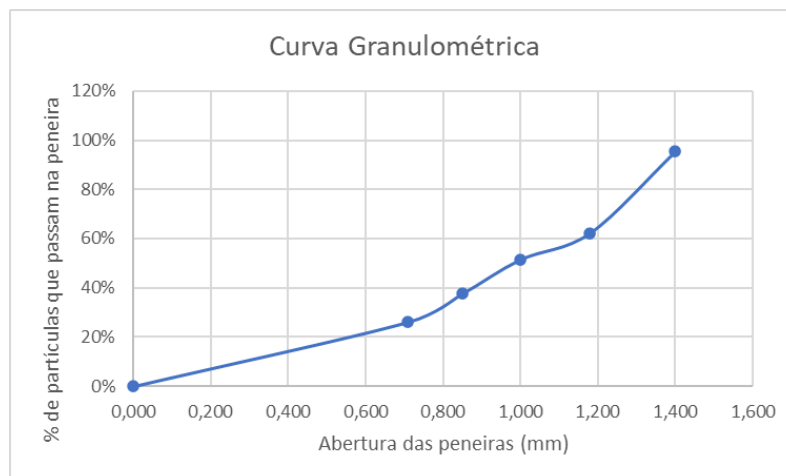
De maneira geral, nos moinhos de plásticos, o projeto prevê a menor geração de pó quanto possível, bem como um consumo de energia reduzido e afiação simplificada, de maneira que se pode verificar que já há tecnologia no mercado para o processamento adequado desses materiais.

#### **4.2.1. Resultados da análise granulométrica**

Dos 130g peneirados, 34g ficaram retidos na bandeja de fundo, 15g ficaram retidos na peneira de abertura 0,71mm, 18g na peneira de abertura 0,85mm, 14g na peneira de abertura 1,00mm, 43g na peneira de abertura 1,18 e, por fim, 6g na peneira de abertura 1,40.

O ensaio granulométrico resultou na curva granulométrica conforme demonstra a figura 6, abaixo.

Figura 6 - Curva granulométrica obtida.



Fonte: Autoria própria (2021).

Através do ensaio granulométrico, nota-se que 33% das partículas ficaram retidas na peneira de abertura de 1,18mm, 26% ficaram retidas na bandeja de fundo, enquanto que todo o restante praticamente ficou retido nas bandejas intermediárias.

Verifica-se, portanto, que por conta das problemáticas envolvidas com o equipamento algumas partículas foram moídas muito mais que outras. Além disso, como o processamento não foi homogêneo, uma parte muito fina (assemelhando-se a um pó) dos copos processados ficou retida nas paredes do equipamento e não foi utilizada no ensaio granulométrico e nem na composição da tinta, sendo assim descartada posteriormente como resíduo.

Em contrapartida, uma outra análise permitiu verificar que 49% das partículas possuíam diâmetro maior que 1,00mm e 51% possuíam diâmetro inferior. Do ponto de vista da tecnologia de tintas, quanto menor for o tamanho das cargas adicionadas a ela, maior será a incorporação da propriedade de viscosidade, sem observação de efeitos texturizados, exceto quando da utilização de técnicas de aplicação, como é o caso da massa acrílica comercial. Quanto maior o tamanho das cargas, além da incorporação de viscosidade também há o efeito da textura, sem que nenhuma técnica especial seja utilizada.

Levando em consideração o desenvolvimento de uma massa acrílica texturizada, então considerou-se a moagem dos copos como efetiva através da realização do ensaio



granulométrico, visto que o ultraprocessador promoveu partículas efetivas para a formação da textura inicialmente buscada.

#### 4.3. COMPOSIÇÃO DA MASSA ACRÍLICA TEXTURIZADA

A quantidade de copos adicionada à massa acrílica para formar a massa texturizada foi definida empiricamente com base na premissa do reuso da maior quantidade de plástico possível, sendo que foram acrescentados um máximo percentual de copos moídos de modo que não comprometesse a aplicabilidade da tinta utilizando o método de aplicação com espátula. Abaixo, seguem as imagens 4 e 5, evidenciando como ficou a massa acrílica texturizada após a sua formação.

Imagem 4 - Massa acrílica texturizada antes da aplicação.



Fonte: Autoria própria (2021).

Imagem 5 - Massa acrílica texturizada antes da aplicação.



Fonte: Autoria própria (2021).

Evidenciou-se ainda, que uma quantidade de copos moídos maior que a proporção estabelecida (1 parte de copos para 15 de massa acrílica) comprometia parâmetros relevantes da massa texturizada, como a aderência e a aplicabilidade. Ou seja, com maior quantidade de copos moídos não havia aderência adequada da massa texturizada

no substrato, bem como houve dificuldade na aplicação com a espátula pela falta de coesão da textura.

#### 4.4. APLICAÇÃO

Kränkel (2018) afirma que as cargas minerais utilizadas nas massas acrílicas comerciais são responsáveis por conferir, além de outras propriedades, a viscosidade do produto, de maneira que uma textura aparente não pode ser evidenciada. No caso desses produtos, é o tipo de aplicação que determina o efeito de textura obtido.

Por exemplo, pode-se utilizar diferentes rolos de textura para conferir diferentes tipos de efeito, utilizando a mesma massa acrílica, como evidencia a imagem 6.

Imagem 6 - Diferentes texturas provenientes de aplicação com rolos diferentes.



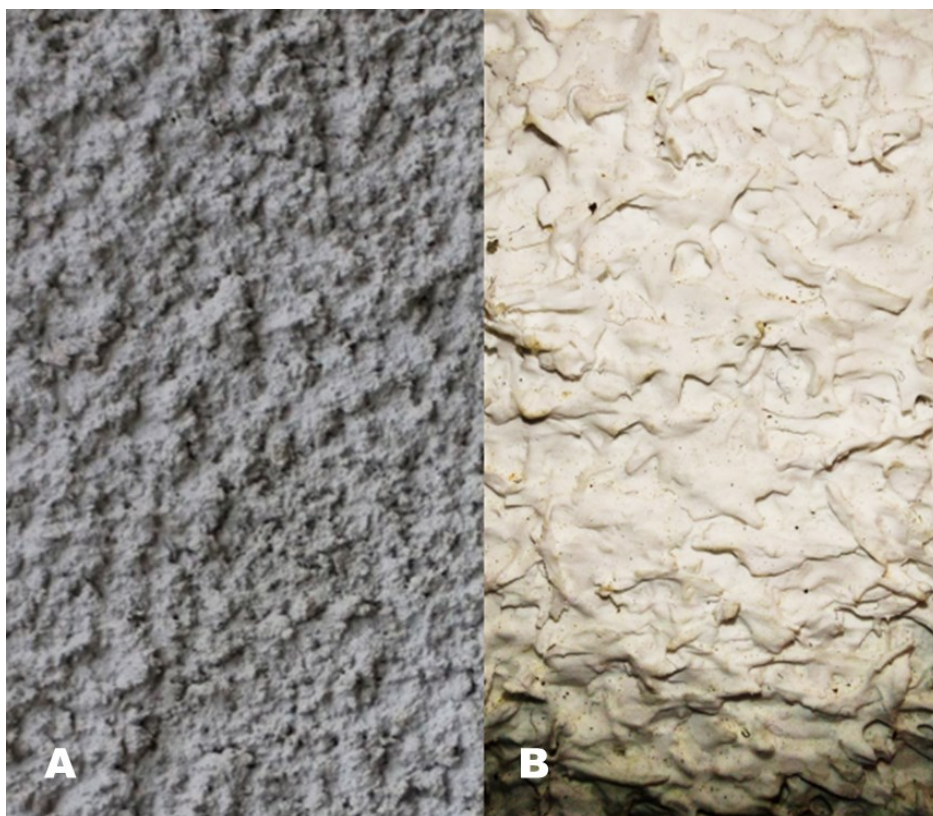
Fonte: Autoria própria (2021).

Em contrapartida, a massa acrílica texturizada que foi obtida a partir da presente proposta, apresenta uma característica distinta, pelo fato de que as cargas coadjuvantes de poliestireno são muito maiores que as cargas minerais, de modo que além de aumentar

a viscosidade, há conferência de uma textura única, que por sua vez, induz a métodos de aplicação limitados.

Evidenciou-se que os rolos não foram efetivos para aplicação da massa texturizada visto que esse tipo de instrumento não consegue carrear as cargas de poliestireno devido a alta viscosidade. Por essa razão, optou-se pela aplicação com espátula, que foi efetiva em fazer a projeção mecânica da massa acrílica nos blocos de concreto, resultando em efeito de textura semelhante à técnica do chapiscado (técnica em que é arremessado argamassa na parede). A imagem 7 ilustra a massa acrílica texturizada em comparação ao chapiscado.

Imagem 7 - Comparação entre o chapiscado (A) e a massa acrílica texturizada (B).



Fonte: Auditoria própria (2021).

#### 4.5. TESTES DE DESEMPENHO

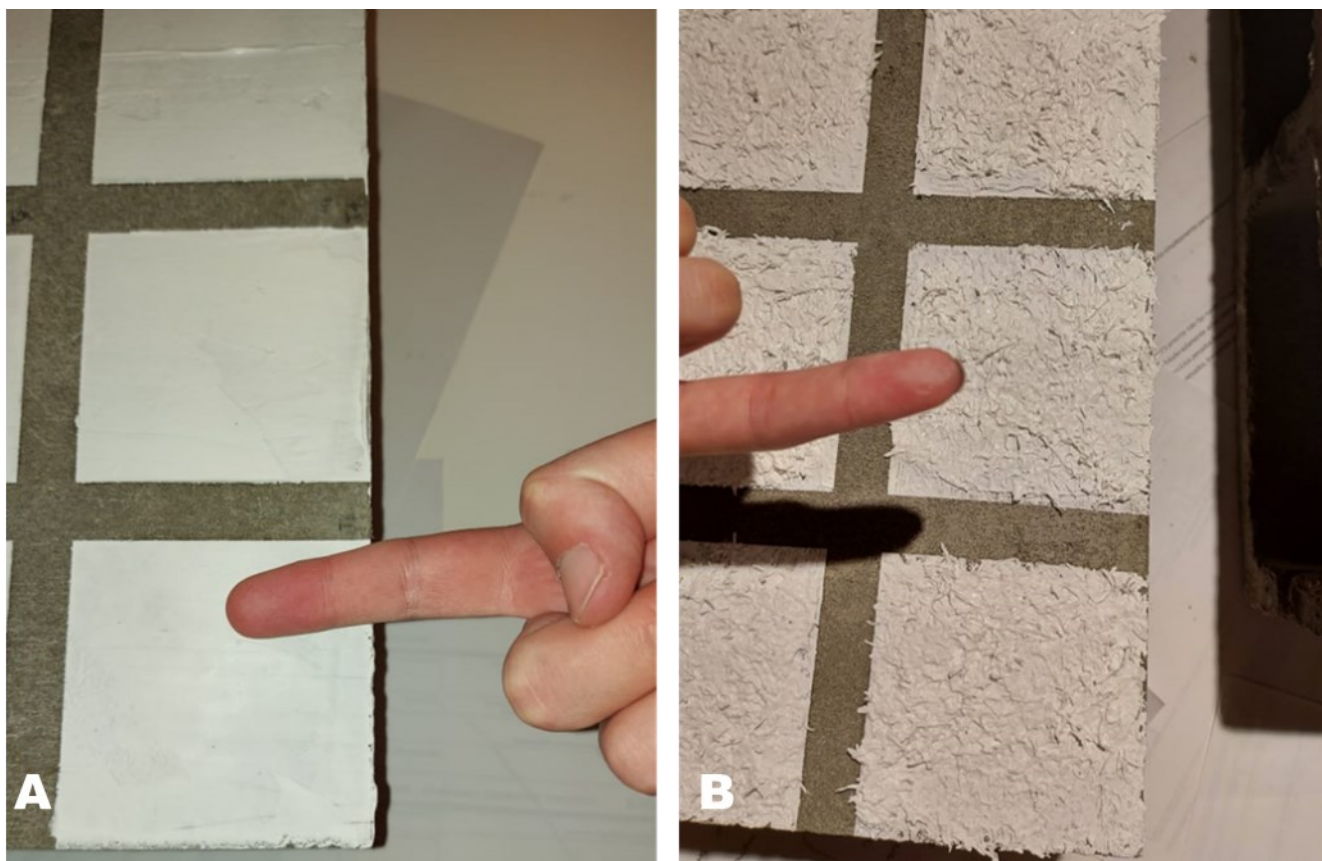
##### 4.5.1. Testes de secagem

Os testes de secagem ocorreram sem dificuldades. Com relação ao teste de secagem ao toque, verificou-se que a massa acrílica comercial e a massa acrílica texturizada obtiveram o mesmo tempo de secagem – uma hora. Para tal, em ambas foi

possível observar que ao leve toque do dedo desengordurado não houve marca da impressão digital no filme nem havia pegajosidade.

Na imagem 8 pode-se notar a comparação entre os resultados obtidos ao final do teste.

Imagem 8 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de secagem ao toque da massa acrílica comercial (A) e da massa acrílica texturizada (B).



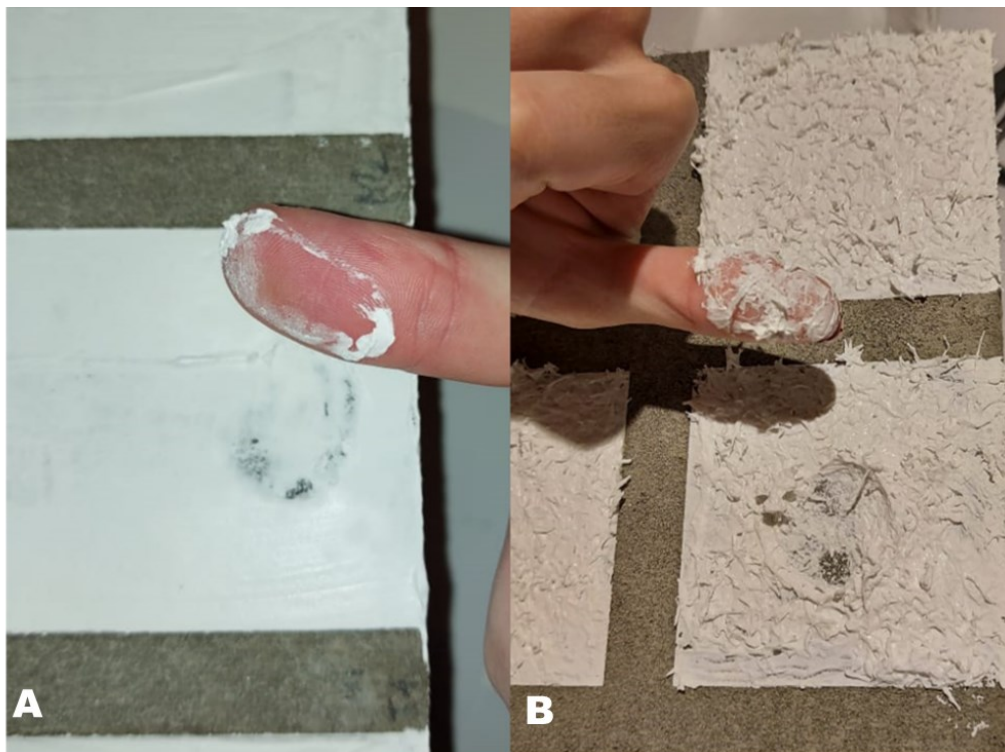
Fonte: Autoria própria (2021).

O resultado do teste de secagem ao toque demonstra que a capacidade de secagem do filme de ambas as massas foi igual, ao que indica que as cargas de poliestireno não promoveram impactos na secagem superficial. Não houve diferença na secagem ao toque leve neste caso em razão da secagem ao toque ser perceptível na superfície mais externa que é a que apresenta secagem mais rápida.

Entretanto, com relação aos testes de secagem ao manuseio, evidenciou-se diferentes tempos de secagem entre as amostras. Em ambos os casos o teste foi repetido de hora em hora em diferentes áreas, até que não fosse possível observar nenhuma alteração na película, como desprendimento, deslocamento, enrugamento ou outras evidências de distorção.

Logo em seguida, pode-se verificar a imagem 9, onde se compara os resultados do teste de secagem ao manuseio depois do intervalo de uma hora, tempo no qual nenhuma das películas estava seca.

Imagem 9 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de secagem ao manuseio depois de uma hora para a massa acrílica comercial (A) e para a massa acrílica texturizada (B).



Fonte: Autoria própria (2021).

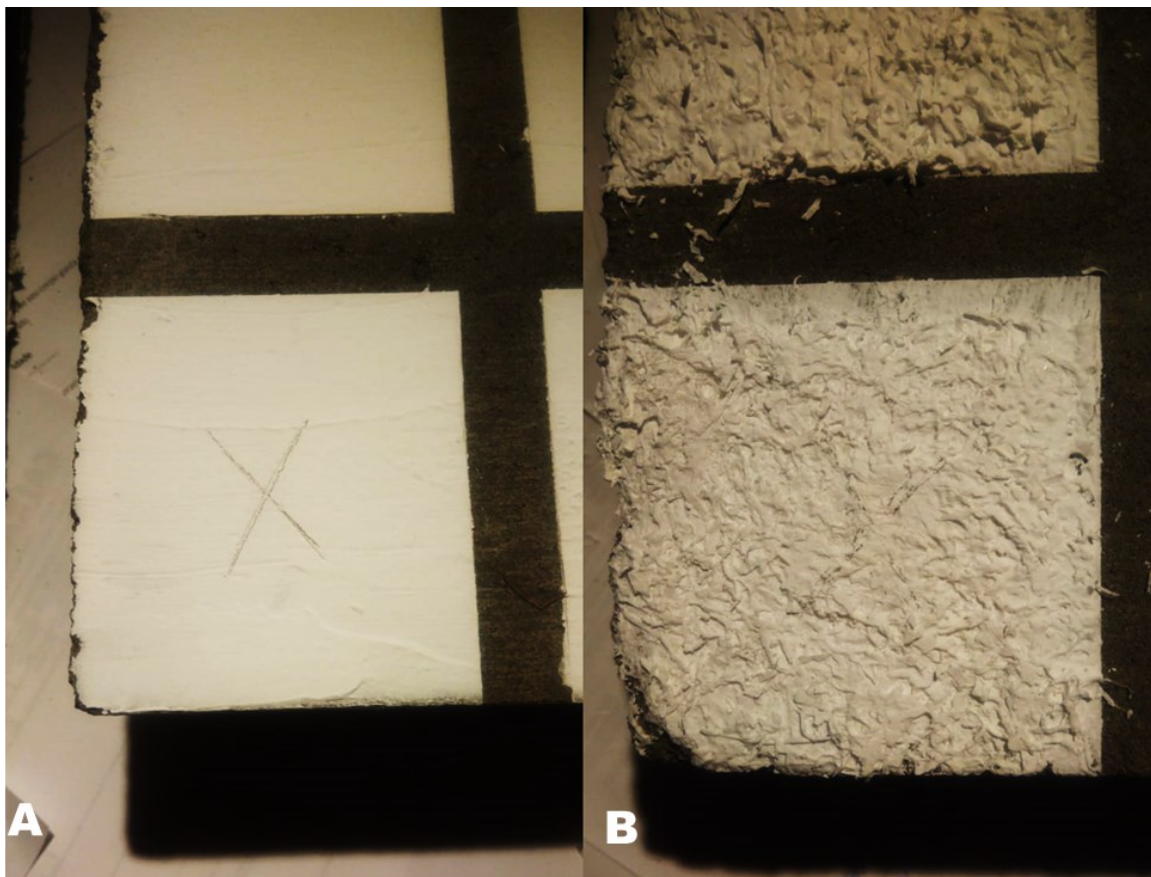
Ao final do teste, verificou-se, portanto, que enquanto a massa acrílica comercial apresentou um tempo de secagem ao manuseio de 3 horas, a massa acrílica texturizada apresentou mais que o dobro do valor, finalizando em 7 horas.

O resultado do teste de secagem ao manuseio indica que as cargas de poliestireno impactaram de forma significativa a secagem da película, visto que já não se trata mais de uma análise superficial como o filme. Esse resultado, porém, já era previsto, uma vez que a película da massa acrílica comercial é muito mais fina do que a película formada pela massa acrílica texturizada.

#### 4.5.2. Teste de aderência

O teste de aderência também ocorreu sem dificuldades. A imagem 10 compara o resultado obtido ao final do teste para a massa acrílica comercial e a massa acrílica texturizada

Imagem 10 - Comparação entre os resultados obtidos no teste de aderência para a massa acrílica comercial (A) e para a massa acrílica texturizada (B).



Fonte: Autoria própria (2021).

De acordo com a NBR 11003:2009 e com o resultado obtido no teste de aderência, verificou-se que em ambos os casos, não houve nenhum destacamento na interseção. Nesse caso, observa-se na fita adesiva, depois do arranque, se ficou alguma parte da massa grudada nela. A massa acrílica comercial, que demonstrou formação de uma película mais fina, não só apresentou uma secagem mais rápida, como também exibiu grande capacidade de aderência ao substrato, fato já esperado. Por sua vez, especulava-se que a massa acrílica texturizada pudesse ter sua aderência comprometida, visto que a película formada é bem maior, entretanto, esse não foi o observado, uma vez que também houve grande capacidade de aderência ao substrato.

#### **4.5.3. Teste de resistência às intempéries**

O teste de resistência às intempéries também ocorreu sem dificuldades, sendo realizado apenas para a massa acrílica texturizada. Um bloco de concreto com a massa acrílica texturizada aplicada foi deixado em área na qual ocorria exposição ao sol e

também outras condições climáticas como chuva, ventos e mudanças de temperatura por 2 meses e 25 dias até a sua avaliação.

Pode-se verificar, na imagem 11, o resultado ao final do teste de resistência ao intemperismo.

Imagem 11 – Resultado do teste de resistência a intempéries para a massa acrílica texturizada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Considerou-se a massa acrílica texturizada resistente às intempéries visto que no intervalo de tempo observado não houve o surgimento de rachaduras ou fissuras, degradação, amarelecimento ou empolamento, indo em linha com o que dizem Cavani e Becere (2012), quando indicam que a textura, por sua película espessa, apresenta maior impermeabilidade e maior resistência ao intemperismo.

## 5. CONCLUSÃO

Através da realização deste estudo concluiu-se obter um produto funcional e inovador na cadeia, com características que se assemelham as dos produtos já comercializados e que atendeu satisfatoriamente aos parâmetros de secagem, aderência e

resistência às intempéries, indicando, portanto, sua aplicação em ambientes internos e externos, principalmente em fachadas e muros, devido às vantagens de aplicação, impermeabilidade e resistência observadas.

As cargas de poliestireno mecanicamente processado demonstraram não comprometer as propriedades bem estruturadas da massa acrílica, evidenciando que a metodologia aqui aplicada pode ser replicada e aumentada para a escala industrial, com adaptações, como por exemplo, a escolha de um moinho de lâminas mais adequado para a moagem deste plástico e o estudo mais específico de outras características para composição de outros tipos de textura, como a substituição parcial ou mesmo total da carga mineral presente na massa acrílica comercial pelo poliestireno em granulometria comparativa, para diminuição de custos. Além disso, deve-se garantir o processamento adequado desse material devido a possível geração de microplásticos, a fim de reduzir a quantidade desses resíduos, bem como destiná-los de forma adequada.

Levando em consideração que uma única demão da massa acrílica texturizada produzida e testada no presente trabalho pode durar anos, desde que seja realizada sua manutenção, então fica claro que a incorporação do poliestireno mecanicamente processado às massas acrílicas é uma estratégia interessante e inteligente no que diz respeito ao prolongamento da vida útil deste tipo de plástico. Além disso, ainda que tardio, o descarte do produto elaborado no presente trabalho ao final de sua vida útil encontrará um destino diferente do que os aterros, lixões ou o próprio oceano.

Há de se esperar que uma massa acrílica texturizada com a adição de cargas de poliestireno possa ainda representar um levante de lucros devido a conferência de competitividade estratégica dado ao apelo ambiental positivo que representa.

Acredita-se, com efeito, que a proposta apresentada neste trabalho pode ser estendida para outros tipos de plásticos e outros tipos de materiais da construção civil e outros setores da indústria, como maneira de integrar ambas as realidades destes setores e produzir alternativas criativas ao problema crescente destes resíduos tão persistentes.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. A. C. **Planeta Plástico: tudo o que você precisa saber sobre plásticos**. 1ª Edição, Porto Alegre: Editora Luzzatto, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. **Preview: Perfil 2018 da Indústria Brasileira de Transformação e Reciclagem de Material Plástico**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/publicacoes/preview-perfil/>>. Acesso em: 12 de jun. de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11003: Tintas – Determinação da aderência**. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15156: Pintura Industrial – Terminologia**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE TINTA. O setor de tintas no brasil. **ABRAFATI**: Associação Brasileira de Fabricantes de Tinta, c2019. Disponível em: <<https://www.abrafati.com.br/o-setor-de-tintas-no-brasil/#>>. Acesso em: 27 de mai. de 2019.

BRASILMINAS. **Entenda como os aditivos minerais dão maior resistência às tintas**. Disponível em: < <https://brasilminas.net/entenda-como-os-aditivos-minerais-dao-maior-resistencia-as-tintas/>>. Acesso em: 07 de jul. de 2019.

BRASILMINAS. **Pintando o mundo com aditivos minerais**. Disponível em: < <https://brasilminas.net/pintando-o-mundo-com-aditivos-minerais/>>. Acesso em: 07 de jul. de 2019.

CAVANI, Gilberto de Ranieri. BECERE, Osmar Hamilton. Soluções inovadoras: texturas em fachadas. **Notícias da Construção**, v.9, n.111, p.40-41, maio, 2012.

CUNHA, A. **O estudo da tinta/textura como revestimento externo em substrato de argamassa**. Dissertação (Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG) Belo Horizonte MG: Departamento de Engenharia de Materiais e Construções. Jan. de 2011.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas: Ciência e Tecnologia**, São Paulo: Editora Blucher, 4ª Ed., 2009.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28776036>%0A<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5517107>>.

GNECCO, C. **A Pintura na Manutenção Industrial - Apostila Técnica – Sherwin Williams do Brasil**, 2007.

GONZALEZ, A. Brasil não assina acordo global para limitar o uso do plástico. **G1 – O Portal de Notícias da Globo**, [s.l.], 22 mai. de 2019. Natureza. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/blog/amelia-gonzalez/post/2019/05/22/brasil-nao-assina-acordo-global-para-limitar-o-uso-do-plastico.ghtml>> Acesso em: 11 de jun. de 2019.

GU, L.; OZBAKKALOGLU, T. Use of recycled plastics in concrete: A critical review. **Waste Management**, v. 51, p. 19–42, 2016. Elsevier Ltd. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.005>>.

IHS Markit, **Chemical Economic Handbook of Polystyrene** Disponível em: <<https://ihsmarkit.com/products/polystyrene-chemical-economics-handbook.html>> Acesso em 10 de jun. 2019.

KRÄNKEL, F. **Pintura Industrial com Tintas Líquidas**. Desenvolvimento Tecnológico DT-12. Seção de Marketing da WEG Tintas Ltda. rev. e atual. 06 de jun. de 2018.

LEITE, A. L. et al. **Use of recycled polystyrene with polyurathaneem polymer network compositions**. *J ApplPolymSci* n. 104 p. 2714 – 2719, 2007.

MAYE, D.; KIRWAN, J.; BRUNORI, G. Ethics and responsabilisation in agri-food governance: the single-use plastics debate and strategies to introduce reusable coffee cups in UK retail chains. **Agriculture and Human Values**, v. 0, n. 0, p. 0, 2019. Springer Netherlands. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10460-019-09922-5>>.

MONTENEGRO, R. S. P.; SERFATY, M. E. Aspectos gerais do poliestireno. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 123-126, set. 2002.

NUNES, L. P.; LOBO, A. C. O. **Pintura Industrial na Proteção Anticorrosiva**. 3ªed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2007.

PIRES, A.S., 2008. **Reciclagem de frascos plásticos de postos de gasolina**. Disponível em: <[http://www.sfiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo\\_Reciclagem\\_de\\_Plasticos.pdf](http://www.sfiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/Artigos/Artigo_Reciclagem_de_Plasticos.pdf)>. Acessado em: 25 de mai. de 2021.

RAGAERT, K.; DELVA, L.; VAN GEEM, K. Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste. **Waste Management**, v. 69, p. 24–58, 2017. Elsevier Ltd. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044>>. .

RHODES, C. J. Plastic Pollution and Potential Solutions. **Science Progress**, v. 101, n. 3, p. 207–260, 2018.

SANTOS, J. C.; GOMES, T. M.; SAMPAIO, V. G. **Aspectos gerais sobre a fabricação de tintas e revestimentos**. Monografia da Engenharia Química do CCA/UFES, Guararema, Alegre, ES, 2010.

SCHNURR, R. E. J. et al. Reducing marine pollution from single-use plastics (SUPs): A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 137, n. May, p. 157–171, 2018. Elsevier. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.10.001>>.

SILVA, A. R. et al. **Identificação e quantificação de resinas, cargas e pigmentos em tintas latex branca**. Eclat. Quím., São Paulo, v. 25, p. 109-122, 2000. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702000000100010>>. Acesso em: 17 de jun. de 2019.

UEMOTO, K. L.; DA SILVA, J. M. **Caracterização de tintas látex para construção civil: diagnóstico do mercado do estado de São Paulo**. Boletim Técnico. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.