



Vol. 03 (Nº 02) Ano 2019. Págs. 18-30

## ESTUDO DE VIABILIDADE DE REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM DE POLIURETANO

### POLYURETHANE REHABILITATION AND RECYCLING FEASIBILITY STUDY

Jacson Luis ELISIO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Matriz – Rua Marquês de Pombal, 287 – Iriirú, Joinville – SC, 89227-110.

Recebido: 10/11/2018 – Aprovado: 02/02/2019

#### RESUMO

O presente estudo tem como objetivo a análise da possibilidade de reaproveitamento e reciclagem do Poliuretano (PU), através da reincorporação do mesmo em outras aplicações no processo produtivo de injeção para fabricação de coberturas metálicas termo isolante. Neste sentido, utilizou-se a ferramenta de CCQ para levantamento de possíveis aplicações e possibilidades de reutilização do refugo de PU gerado no processo, eliminando desperdícios, otimizando custos e evitando o descarte deste material no aterro sanitário. Após o levantamento das possibilidades de reaproveitamento no processo, realizaram-se testes práticos e laboratoriais para se comprovarem a eficácia das ações propostas para o reaproveitamento do PU em outras etapas do processo produtivo, sem perda de propriedades no produto final.

**Palavra-chave:** Reaproveitamento, Reciclagem e Poliuretano

#### ABSTRACT

This study aims to analyze the possibility of reuse and recycling of polyurethane (PU), through its reincorporation in other applications in the production process of injection for the manufacture of thermal insulating metal roofs. In this sense, the QCC tool was used to survey possible applications and possibilities for reuse of PU waste generated in the process, eliminating waste, optimizing costs and avoiding the disposal of this material in the landfill. After surveying the possibilities of reuse in the process, practical and laboratory tests were performed to prove the effectiveness of the proposed actions for the reuse of PU in other stages of the production process, without loss of properties in the final product.

**Keyword:** Reuse, Recycling and Polyurethane

## **1.INTRODUÇÃO**

O presente trabalho trata do reaproveitamento e reciclagem dos resíduos gerados com o material de poliuretano. A busca pela qualidade oriunda do processo de globalização emergente tem despertado o interesse de indústrias em solucionar os problemas ambientais. Neste trabalho, é apresentado o processo de reciclagem mecânica de resíduos industriais de poliuretano, incorporado em diferentes proporções em resinas poliuretanas. Introdução Um dos problemas deste novo milênio é o gerenciamento da grande quantidade de lixo, em geral, com contribuição efetiva de polímeros, em particular. Muitos fatores têm sido a causa desse problema, dentre eles a dificuldade da decomposição dos materiais poliméricos e as propriedades dos plásticos que contribuem para o uso em larga escala, tanto em artefatos técnicos quanto no uso domésticos

Com o estudo de viabilidade de reciclagem, se pretende mostrar que é possível a reutilização dos resíduos de poliuretano. O reaproveitamento e reciclagem serão de grande retorno financeiro para quem utiliza o poliuretano e para o meio ambiente.

Desde modo os objetivos serão destacados a seguir:

- a) Redução de custo com os calços espaçadores de plástico;
- b) Eliminar o uso do aterro;
- c) Reduzir a quantidade de matéria prima virgem.

A busca de um reaproveitamento de um material perdido, melhorando o meio ambiente tendo em vista que se trata de material de difícil degradação. Para a elaboração deste trabalho foi utilizada a NBR 10004 por se tratar de classificação de resíduos sólidos. Durante desta perspectiva, o primeiro capítulo é apresentado assunto referente à questão ambiental, reaproveitamento e reciclagem. No segundo capítulo é apresentado o modo de fazer a reincorporação do material reciclado ao material virgem. E no terceiro capítulo são apresentados os resultados.

## **2. MEIO AMBIENTE E REAPROVEITAMENTO E RECICLAGEM**

Todo o material que é reaproveitado ou passa por um processo de transformação e retornando ao ciclo produtivo que se chama reciclagem tendo suas vantagens como, diminuição dos problemas ambientais, menos poluição menos gastos com água e energia, por exemplo.

Já no caso de reaproveitamento é preciso adotar atitudes para evitar a produção de resíduos, a partir da adoção de pequenas práticas. Com elas criamos uma nova mentalidade com relação a coisas simples do dia a dia, como, por exemplo, adquirir produtos com embalagens retornáveis.

Pode se observar que em pleno XXI há o interesse empresarial em adotar estas metas e sugestões direcionado atrativos da organização a qual estes pertencem. Visar e progredir, reduzindo o impacto ao meio ambiente e promovendo melhor qualidade de vida, visando um futuro ecologicamente correto. Diante deste

conceito de recuperação ambiental, as organizações procuram manter uma política de responsabilidade social. Segundo CARROL, 1979, p.22, "a responsabilidade social das organizações diz respeito às expectativas econômica, legais, éticas e sociais que a sociedade espera que as empresas atendam num determinado período de tempo".

Com a criatividade, pode se visualizar um novo horizonte, pois é um campo abrangente para uma recuperação ambiental e até mesma lucratividade. AS empresas são as mais interessadas nesta ferramenta, pois o retorno é verdadeiro. Algumas empresas, porém, têm demonstrado que é possível ganhar dinheiro e proteger o meio ambiente mesmo não sendo uma organização que atua no chamado mercado verde, desde que as empresas possuam certa dose de criatividade e condições internas que possam transformar as restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios (DONAIRE, 1999, p.51).

Neste estudo o conceito de meio ambiente será utilizado como um bem comum e necessário ao homem. Curter (1985, p.45) afirma que: "O ambiente tem um significado inicial como uma rerepresentação simbólica do meio ambiente construído, onde três dimensões se apresentam: a social, (renda, saúde, educação e segurança.) a ambiental (clima, e poluição) e a perceptiva (condições de vida e bem-estar)".

O reaproveitamento e a reciclagem são uma das ferramentas efetivas, onde todo lixo produzido pelo homem pode ser retrabalhado, enviando para a natureza um produto ecologicamente correto. A reciclagem é um processo industrial que converte o lixo em matéria prima secundária, em produto semelhante ou em outro. Pode se utilizar a reciclagem para amenizar a situação de emergência em que vive o meio ambiente, rios, ruas e florestas tomadas de objetos que levam anos para chegar à decomposição no meio ambiente. Uma ideia que nasceu com fim de retrabalhar os materiais tornou se para muita gente uma fonte de lucratividade, e sobrevivência. Os catadores de produtos recicláveis contribuem de forma direta a conservação do meio ambiente, além de alimentar sua família através do lucro com os materiais recolhidos.

O poliuretano tem a funcionalidade de termo isolante, sua espuma rígida formulada na densidade desejada é uma das matérias mais inovadoras desde século. Uma parte do resíduo industrial gerado pela organização é disposto em aterro sanitários comuns, porém, por não serem biodegradáveis ficam séculos no meio ambiente. A outra parte é reaproveitada em processo de reciclagem.

Pode se lembrar também que a responsabilidade do lixo gerado pela empresa é dela própria, onde deverá tratar seus detritos de poliuretano de forma diferente, sendo que o resíduo gerado pela empresa tem como classificação classe II A. Dentro da Norma NBR (10004) o detrito de poliuretano é considerado não inerte, ou seja, são os detritos de poliuretano que não são enquadrados na classificação I conforme a visualização do quadro 01 representado a seguir.

A espuma de poliuretano é plástica diferenciada, pois sua estrutura química pode ser retrabalhada para atingir a flexibilidade desejada. O processo produtivo da empresa gera muito resíduo de poliuretano, por isso com o aumento da reciclagem, pode se fazer uma maior recuperação de lucros que hoje é jogada fora.

Curter (1985, p. 45) afirma que "O ambiente tem um significado inicial como uma representação simbólica do

ambiente construído, onde três dimensões se apresentam: a social, (renda, saúde, educação e segurança) a ambiental (clima, e poluição) e a perceptiva (condições de vida e bem-estar)".

Quadro 01 – Classificação dos Resíduos Sólidos.

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS	TIPOS DOS RESÍDUOS	DESCRIÇÃO
Classe I	Perigosos	Resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que, em função de sua característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde.
Classe II	II A – Não Inerte Não perigosos	São aqueles que não se enquadrando nas classificações de resíduos classe I – perigosos ou de resíduos classe II B – inertes. Podem ainda apresentarem tais como: combustibilidade, biodegradável ou solubilidade em água.
	II B - Inerte	São aqueles que submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhuma de seus constituintes solubilizados aos padrões da potabilidade.

Fonte: NBR 10004 (2004)

### 3. REAPROVEITAMENTO DO POLIURETANO

A partir de uma ideia de CCQ, há a possibilidade de reaproveitamento do poliuretano já expandido, que normalmente era jogado fora. Todo o material vai para o lixo. Com o reaproveitamento do poliuretano, podemos alcançar redução significativa em valores de produção e também a redução de custo do descarte do poliuretano, já expandido, que era feito por uma empresa de recolhimento de detritos industriais.

Atualmente o reaproveitamento do poliuretano que utilizado em forma de calço espaçador, que vem a substituir os calços tradicionais de plástico que geram custo razoável a empresa. Através de cortes de sobras do poliuretano no setor de corte, onde são utilizadas serras fitas como ferramentas para dar o formado exato para o seu reaproveitamento.

Para chegar ao estado de consumo produtivo sem alterar a característica do produto final. O mesmo tem a função de fazer a separação da chapa no momento da injeção, que substituirá as peças espaçadores que hoje são confeccionados em plástico. Função do calço espaçador.

Todo o processo de injeção de poliuretano utiliza-se do calço espaçador. Este tem como função fazer o distanciamento entre as chapas e determinar a espessura a ser produzida na injeção, determinando a espessura a ser produzida na injeção, determinando a espessura final do painel injetado. Os calços são distribuídos dentro dos moldes com uma distância aproximada de um metro, alinhada lateralmente de três em três peças, formando assim uma base de apoio para as chapas de aço que serão processadas, conforme segue na Figura 1. A altura dos calços que determina a espessura a ser produzida, tem como medidas padrão de altura de 50 / 70 / 100 / 120 / 150 / 200 / 225 / 250 mm.

Figura 1 – Utilização como calço espaçador no momento da injeção.



**Fonte:** O autor (2018).

O uso do calço espaçador é bastante significativo no processo produtivo, girando em torno de aproximado de 30 calços em um painel de nove metros de comprimento, independente da espessura produzida no turno de nove horas. Porém, o que determina o consumo é o comprimento do painel injetado. Baseado neste dado consome a média de 2500 calços por turno.

### 3.1 O POLIURETANO E A POSSIBILIDADE DE RECICLAGEM

As espumas de poliuretano são obtidas através de uma reação química entre um Isocianato e um Polioli, adicionados de catalisadores e outros aditivos quando necessário. A espuma de poliuretano tem utilização em

painéis para câmaras frigoríficas, termo telhas, isolamento de tubulações e blocos. Quatro as características principais das espumas de poliuretano que o levam a serem cada vez mais utilizadas:

- a) O baixo fator de condutibilidade térmica, o que resulta na redução das espessuras das paredes dos sistemas refrigeradas e a uma maior área útil com o mesmo volume externo;
- b) A alta porcentagem de células fechadas, o que diminui a infiltração de água;
- c) A estabilidade dimensional a baixas temperaturas;
- d) Massa específica aparente podendo ser variável de acordo com o desejado.

Visando desenvolver um processo que viabilize a transformação de espuma de poliuretano rígido em carga de material de injeção no próprio processo, este trabalho procurou definir percentuais de carga de poliuretano moído ideal para utilização no processo de injeção. Para isso, foi necessário confeccionar corpos de prova com diferentes porcentagens de carga de pó de poliuretano, caracterizando as amostras em relação à densidade, estabilidade dimensional, flamabilidade, tempo de cura, tempo de desmoldagem, identificando as viáveis aplicações desses novos produtos dentro e fora do seguimento da indústria de construção civil.

O Hand Mix ou somente Mix, como são conhecidos os ensaios de reatividade, consistem em desenvolver em laboratório a espuma de poliuretano para fins de verificar crescimento, aparência e obtenção dos tempos de reação.

### 3.2 TEMPOS DE REAÇÃO E CURA

A partir da mistura dos componentes químicos a espuma é formulada, sendo os produtos misturados dentro de um recipiente, e posteriormente despejados num balde para o início das reações químicas, anotando se os tempos de: mistura, creme, fio e toque. De acordo com o procedimento de *hand mix* é tempo padrão de 12 seg.

Após a reação ter se completado e tendo esperado o tempo de cura da espuma, esta é cortada para saber a massa específica aparente (densidade da espuma). Para efetuar os tempos, é necessário:

- a) Tempo de Mistura: tempo decorrido da adição do MDI na formulação até sua mistura final;
- b) tempo de Creme: é o tempo decorrido desde o início da mistura dos ingredientes até o início da reação química, neste momento a espuma sofre uma pequena mudança na sua cor e começa a crescer;
- c) Tempo de Fio: tempo decorrido desde o início da mistura, até o ponto em que é observado através do "fio", o início de polimerização da espuma;
- d) Tempo de Toque: tempo decorrido desde o vazamento da mistura no balde até o ponto em que a película que cobre a massa da espuma perde a adesividade;
- e) Tempo de Cura: tempo necessário para ocorrer todas as reações químicas (final da polimerização) e para permanência da espuma no balde.

Os testes de copo, usualmente chamados de "hand mix", foram conduzidos em triplicata, usando o pó

de poliuretano, foi utilizado a proporção de pó de poliuretano na mistura de 1%, 2% e 3% em relação à resina de polioliol virgem (sem a pré - formulação). Para fazer a formulação de Poliuretano 32/36 (virgem), foram utilizados os seguintes componentes: polioliol x66, dietilenoglicol, glicerina, água, silicone, fyrol, niac c290, tri etalonamina e gás 141b. Foram utilizados para a injeção do poliuretano, 312 gramas de polioliol e 287 gramas de mdi (sem carga de pó) para fazer um *hand mix* e obter os tempos padrão.

Quadro 02 – Resultado dos Hand Mix.

Amostras	Mistura (seg.)	Creme (seg.)	Fio (seg.)	Toque (seg)	Temp. (°C)	U.R.ar (%)
Virgem	15 seg	130 seg	390 seg	580 seg	25°C	54 %
Amostra 1	15 seg	100 seg	373 seg	553 seg	25°C	64 %
Amostra 2	15 seg	97 seg	360 seg	540 seg	25°C	66 %
Amostra 3	15 seg	95 seg	425 seg	550 seg	25°C	64 %

Baseando - se nos tempos padrões foram realizados três amostras para avaliar os tempos da formulação com a carga de pó, sendo:

- 1° amostra com 1% de pó: foram utilizados 309 gramas de polioliol, 284,21 gramas de mdi e 6 gramas de pó;
- 2° amostra com 2% de pó: foram utilizados 305,76 gramas de polioliol, 281,26 gramas de mdi e 12 gramas de pó;
- 3° amostra com 3% de pó: foram utilizados 302,64 gramas de polioliol, 278,4 gramas de mdi e 18 gramas de pó.

Iniciar este processo faz - se necessário a realização da moagem deve - se manter um peso padrão de incorporação, ou seja, para cada kg de polioliol a ser processado, será incorporado kg de poliuretano já expandido, ou seja, moído, onde a sua absorção será feita sem nenhum tipo de comprometimento do material final. Toda a análise do material já incorporado com o poliuretano moído, vai receber teste laboratoriais dentro da própria empresa, que será identificado à resistência e a qualidade do material no final do processo.

### 3.3 ENSAIO DE FLAMABILIDADE

Este ensaio é recomendado para espuma rígida de poliuretano utilizadas para fins de isolamento térmico em construção civil, transportes, aplicações industriais são outras áreas onde as características de flamabilidade do material assumam verdadeira importância. Dependendo da formulação, as características de flamabilidade dos materiais variam bastante. São extraídos primeiramente 10 corpos de prova da amostra de espuma de poliuretano com dimensões de 150x50x13mm e medidos conforme Figura 2 abaixo:

Figura 2 - Quadro de Retardante a Chama.

R1	R 2		R 3	NR
40	80		125	

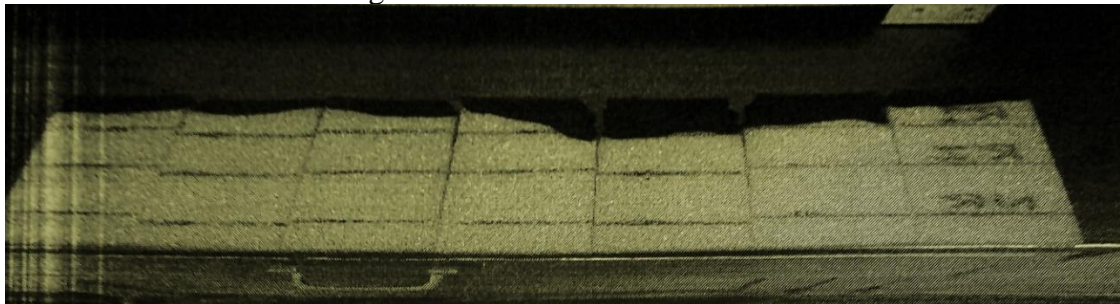
Segundo as normas utilizadas NBR - 1304 existem quatro tipos de espumas de poliuretano na classificação de flamabilidade:

- Retardante a chama R1;
- Retardante a chama R2,
- Retardante a chama R3;
- Não retardante a chama NR.

Os corpos de prova entram em contato com a chama num compartimento de exaustão, para aspiração dos gases e fuligens liberados durante a queima do material, quando isso ocorre dá - se início a contagem do tempo, com o auxílio de um cronômetro.

Os corpos de prova são submetidos a um ensaio de 1 minuto, cada corpo de prova, quando ao termino lê - se o resultado no próprio corpo de prova. Se o corpo queimar somente antes da linha que divide classe R1 da R2, ele é considerado com ótima retardância a chama, assim por diante conforme a sua queima, como segue na Figura 3.

Figura 3 – Teste de Flamabilidade.



Fonte: O autor (2018).

### 3.4 ENSAIO DE ESTABILIDADE DE DIMENSIONAL E DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Aproveitou - se os mesmos corpos de prova do teste anterior, deixando dois corpos de prova no freezer e outros dois na estufa. Após 24 horas os corpos de prova são retirados e analisados para observar se houve alteração em suas dimensões conforme Figura 4.



Figura 4 – Teste de estabilidade de dimensional.



Fonte: O autor (2018).

Já o ensaio de compressão é realizado em uma prensa, deve possuir duas placas paralelas, sendo uma fixa e o outro móvel para promover a compressão. Esta placa deve estar adaptada um motor que comprima com uma velocidade constante. O sistema deve possuir também um dispositivo para detectar precisamente um deslocamento de até 1%.

Os corpos de provas devem ser cortados no mínimo após 24 horas da produção da amostra e ensaiado com uma idade mínima de 48 horas, onde os mesmos se acondicionados a uma temperatura de 23° C e 55° C relativa, 24 horas antes dos testes.

Figura 5 – teste de compressão.

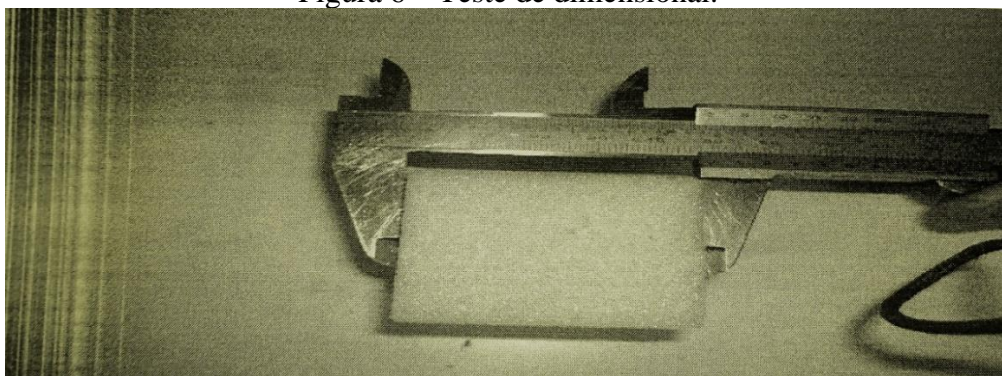


Fonte: O autor (2018).

### 3.5 ENSAIO DE VERIFICAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA APARENTE E ENSAIO DE FRIABILIDADE

Este ensaio tem como objetivo determinar a massa específica aparente da espuma de poliuretano para fins de isolamento térmico, conforme segue na Figura 6.

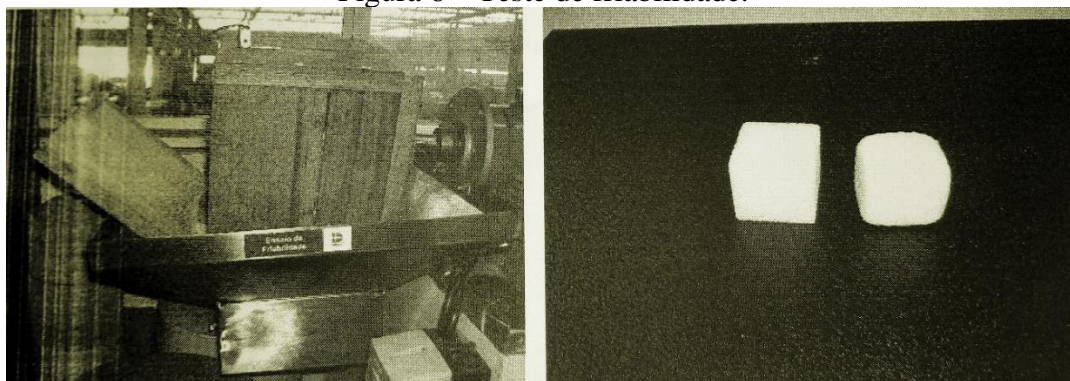
Figura 6 – Teste de dimensional.



Fonte: O autor (2018).

O ensaio de friabilidade permite avaliar a resistência ao atrito, às amostras são pesadas com exatidão. A diferença entre o peso inicial e o final representa a friabilidade, como poderá ser observado na Figura 6.

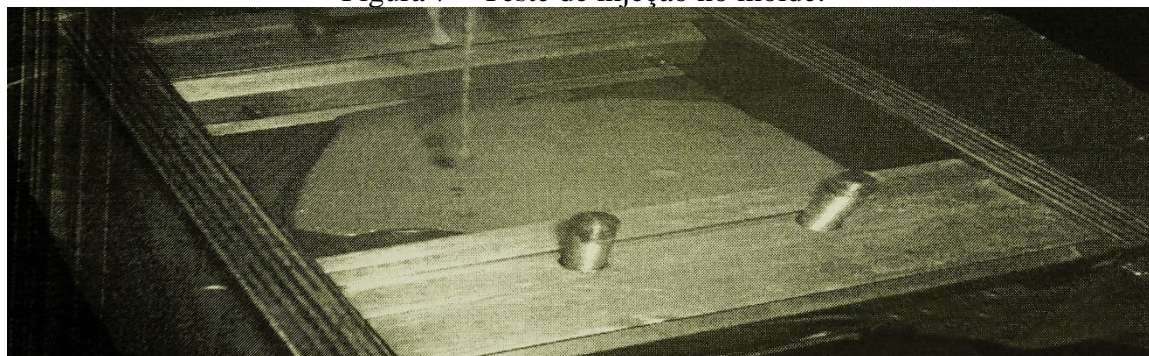
Figura 6 – Teste de friabilidade.



Fonte: O autor (2018).

São extraídos primeiramente 18 corpos de prova da amostra de espuma de poliuretano com dimensões de 30x30x30mm e pesadas, são colocadas dentro de uma caixa de madeira juntamente 24 peças de madeira de carvalho com dimensões 20x20x20mm para acontecer o atrito com o tempo máximo de giro de dez minutos. Para fazer o teste de injeção num molde de teste foi utilizado pra 1% 98,80 gramas de polioli, 95,04 gramas de mdi e 1,96 gramas de pó, pra 2% 97,51 gramas de polioli, 94,04 gramas de mdi e 3,95 gramas de pó, pra 3% 96,51 gramas de polioli, 93,12 gramas de mdi e 5,87 gramas de pó. Na Figura 7, segue representado o teste de injeção no molde.

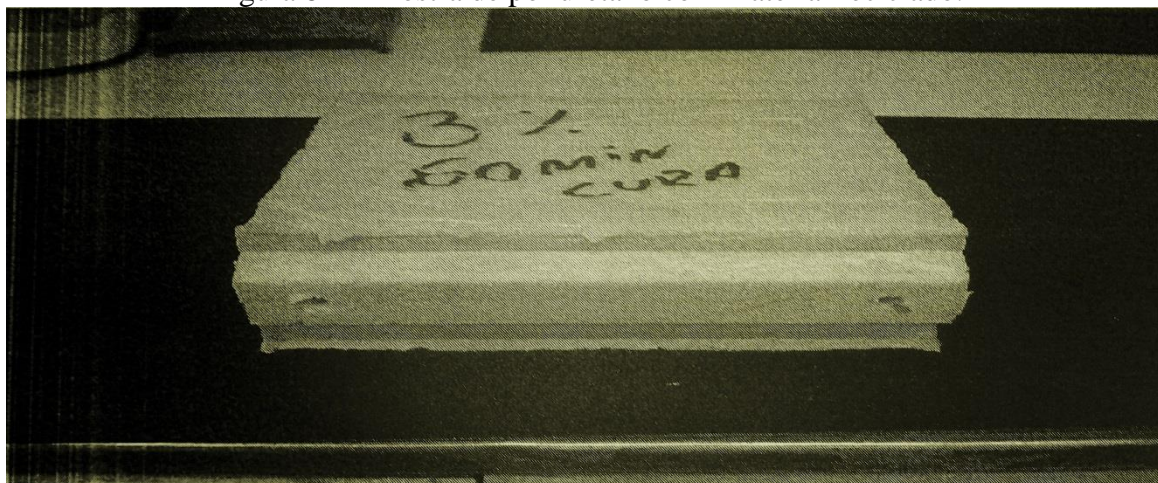
Figura 7 – Teste de injeção no molde.



Fonte: O autor (2018).

Neste teste de injeção foi verificado o tempo de cura do material (reciclado), e a sua compactação e a desmoldagem, como mostra a Figura 8.

Figura 8 – Amostra de poliuretano com material reciclado.



Fonte: O autor (2018).

Pode - se perceber pela foto acima que o material reciclado teve uma boa aceitação, os testes foram todos efetuados em um laboratório.

Esses testes garantem que os produtos antes de serem vendidos são extremamente importantes, pois só assim é possível lançar no mercado um produto com qualidade garantida, tornando a empresa uma referência, com o seu nome entre as melhores. Somente com produtos de qualidade a empresa se torna competitiva perante os concorrentes. Após os ensaios de reatividade que foi no laboratório, os ensaios de: flamabilidade, densidade, estabilidade dimensional e compressão, todos os resultados dos ensaios feitos durante a execução deste trabalho podem ser visualizados no Quadro 3.

Quadro 3 - Resultados dos testes em laboratório.

Ensaio	Material sem carga (virgem)	Amostra 1 (6% de pó)	Amostra 2 (12% de pó)	Amostra 3 (18% de pó)
Flamabilidade	R 1	R 1	R 1	R 1
Compressão	155 Kgf	143 Kgf	140 Kgf	135 Kgf
Friabilidade	11,05 %	15,51 %	16,80 %	17,47 %
Estabilidade dimensional	3,84 %	0,72 %	0,43 %	4,57 %
Densidade	32,92 Kg/m <sup>3</sup>	35,53 Kg/m <sup>3</sup>	37,98 Kg/m <sup>3</sup>	31,92 Kg/m <sup>3</sup>

Fonte: O autor (2018).

#### 4.NOVA METODOLOGIA DE PROCESSO

Com a forma de uma proposta para eliminar os desperdícios e aproveitar o material reciclado para diminuir gastos com matéria-prima, além de atuar diretamente no meio ambiente e adaptar - se ao novo processo produtivo direcionado ao reaproveitamento e reciclagem do poliuretano.

Para que o processo de reaproveitamento e reciclagem seja bem-sucedido, o ponto de apoio serão os operadores, pois haverá a mudança de cultura. Muitos operadores não estão acostumados a segregar materiais para receberem um retrabalho, com isso modificará diretamente na forma de produzir e terá que receber treinamento operacional para adaptar - se ao novo sistema de produção que será implementado.

Algumas destas mudanças, que serão necessárias, a gestão do meio ambiente, para que todos problema ocorrido durante a implantação seja um problema geral, não somente do operador. Estimula a concorrência, uma vez que os produtos gerados a partir de matérias primas virgens são comercializados.

O novo método de trabalho mostra novidades ao operador, e isso é um incômodo para ele, pois está acostumado com o processo de produção anterior, sem um compromisso ambiental. Neste estudo os operadores são peças fundamentais, pois o aproveitamento da mão-de-obra e de materiais que teoricamente seriam jogados fora diminuirá desperdícios operacionais e tornar mais rentável para a empresa. E por se tratar de um trabalho ambiental, trata diretamente com seu meio ambiente, ou seja, na sua casa os operadores deverão esta comprometidos e motivados. "Essa condição é imprescindível para eliminar vícios de execução e constitui a base para um controle simples e eficaz do processo produtivo "Eduardo / Luana (1989, p. 143).

As mudanças no dia a dia são constantes, seja no profissional ou no pessoal temos que nos adaptar ao novo tempo, o qual é proteção do meio ambiente, juntamente com redução de desperdícios para as empresas. Quanto mais rápido o método de recuperação de materiais que possam ser reutilizados adaptar - se as novas mudanças, mais rápido a empresa atingirá seus objetivos.

Em caso de não reciclar, o material de sobra de processo, tem como destino o aterro industrial de Joinville, e os custos por toneladas de resíduos são de R\$ 582,00 reais por tonelada (R\$ 0,582 por quilo). Considerando o peso de cada bloco de poliuretano em aproximadamente 50 kg, a geração de 7% de sobra no processo gerará 3,5 Kg de resíduos a um custo de R\$ 2,03 reais para destinação no aterro mais o transporte. Esta destinação é realizada por não haver processos de reciclagem para o poliuretano, e a destinação seriam mais seguras para a preservação de danos ambientais para a empresa.

## **5.CONCLUSÃO**

Baseado nos resultados dos ensaios, concluímos que qualquer carga de pó de poliuretano em bloco resultará na perda de propriedades mecânicas (resistência à compressão), porém a sua utilização em forma de calço espaçador, não necessita de propriedades mecânicas, podendo ser reaproveitado. Entretanto para 1% de carga de pó de poliuretano a perda à resistência à compressão é mínima e pode ser utilizada sem comprometimento das características, considerando o fator reciclagem.

Diante do trabalho apresentado, é possível alcançar todos os resultados descritos e analisados utilizando ferramentas eficazes, que confirma a sua efetividade. Com estas ferramentas, conseguiremos moer o poliuretano. Também acompanhamos todos os resultados dos testes, que nos mostrou um excelente resultado.

Com a viabilidade do processo de reaproveitamento e reciclagem haverá uma economia substancial para a empresa, pois a geração de resíduos de sobra de processo é o grande no montante anual, sendo que toda a sobra de processo gera em torno de 7% em cada bloco essa sobra é gerada pelo esquadrejamento que é provocada pelo processo produtivo. Sendo que com o poliuretano transformado em calço espaçador a empresa teve um ganho, somente em um único tipo de calço.

Outro fator será a liberação de espaço no setor, pois quando os resíduos deixam de ocupar espaço em forma de placas e sobras, e sobra muito espaço. Além disso, este ganho de espaço aumenta a segurança, onde o fluxo determina delimitação para os operadores, como corretores e áreas de trabalho.

Este trabalho terá benefícios para a organização e também para o meio ambiente, pois o poliuretano leva mais de 100 anos para se decompor na natureza.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Dora, **Sem ela, nada feito**: educação ambiental e a ISO 14001: conscientização, preparação, implantação. Salvador: Casa da Qualidade, 2000, p. 99.

ALMEIDA, Josimar Ribeiro **de Perícia ambiental e secundária**; impacto, dano e passivo ambiental. Rio de Janeiro: ed. Thex, 2006, p. 127.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Determinação da Resistência a Compressão**, NBR - 8082. Rio de Janeiro, 1991.

\_\_\_\_\_. **Determinação das Características da Flamabilidade**, NBR - 1304. Rio de Janeiro, 1980.

\_\_\_\_\_. **Determinação da Massa Específica Aparente**, NBR - 1304. Rio de Janeiro, 1980.

Dias, Genebaldo Freire, **Educação ambiental**, princípios e práticas. 8. ed. São Paulo: Gaia, 2003, p. 227.

DONAIRE, Denis, **Gestão ambiental na empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999, p. 169.

MANO, Eloisa Biasotto; PACHECO; Elen B. A. V; BONELLI, Claudia M.C. **Meio ambiente, poluição e reciclagem**. São Paulo: Edgar Blucher, 2005, p. 182.

**REVISTA PETRO&QUÍMICA**. São Paulo, n. 297, p. 45, 2007.

SCARLATO, Francisco Capuano; PONTIN, Joel Arnaldo. **Do nicho ao lixo**; ambiente, sociedade e educação. São Paulo: Atual, 2005. p. 1117.

<http://www.Clubedopetrôleo.com.br/ncom/monografia/dsu.pdf>. acesso em 10 ago 2018.