MELHORAMENTO DA MALHA ASFÁLTICA COM INSERCÃO DE POLIETILENO TEREFTALATO (PET)

Bianca Tamiozzo[1]; Ana Carolina da Costa Valdevieso[2]; Lilian Keylla Berto[3];Lídia Pereira Amaro [4] ; Luciana Cristina Soto Herek Rezende[5]

[1] Acadêmica do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR. PIC – Unicesumar.
biancatamiozzo@outlook.com

[2] Acadêmica do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá – UNICESUMAR.
carol_valdevieso56@hotmail.com

[3]Acadêmica do Mestrado em Tecnologias Limpas, Centro Universitário de Maringá - UNICESUMAR.
lilianberto_engenharia@hotmail.com

[4]Acadêmica do programa de póes graduação em Engenharia mecânica – UEM
lidia_amaro@hotmail.com

[5]Pesquisadora, Doutora, Professora do Programa de Pós Graduação em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI.
luciana.rezende@unicesumar.edu.br

RESUMO

Um dos problemas enfrentados em rodovias é a grande quantidade de vazio (buracos), depressões, entre tantos outros. A prevenção desses problemas além de melhorar aspectos estéticos, também garante uma menor probabilidade de acidentes. A utilização de resíduos sólidos nas obras de pavimentação tem se intensificado, principalmente pela redução de custos de construção e do passivo existente no meio ambiente, devido às disposições irregulares dos resíduos sólidos. Desses materiais, o polietileno tereftalato (PET) é um poliéster termoplástico que apresenta excelentes propriedades mecânicas, físicas e químicas. A reutilização deste material traz benefícios tantos ambientais como sociais e econômicos. Assim, é largamente utilizado em projetos de estudo, pois é um material de baixo custo e gerado em grandes quantidades. Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar os materiais utilizados na confecção de pavimentos asfálticos de misturas asfálticas do tipoConcreto Betuminoso Usinado a quente (CBUQ), e a partir dessas caracterizações, foram realizadas composições na mistura da malha asfáltica. As composições foram realizadas conforme FX-C DNIT 031/2006 - ESsendo aplicada 3 dosagens de 0% de PET, 5% de PET triturado e com 5% de pó de pet. Os resultados das caracterizações dos materiais foram satisfatórios para a inserção em malha asfáltica.

PALAVRAS-CHAVE: Polietileno Tereftalato (PET), malha asfáltica, CBUQ.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos principais setores que consomem recursos naturais, sendo estes utilizados para a construção de materiais, edifícios, pavimentação, entre outros. Este consumo exacerbado resulta em um impacto ambiental negativo tanto nas alterações climáticas, quanto no excesso de utilização da matéria-prima. Na produção de concreto e argamassa, por exemplo, esse consumo da matéria-prima pode chegar até 75% na escala mundial (BAMGBADE, et al., 2019; MATOS, 2019).

Nos Estados Unidos, o setor da construção civil utiliza cerca de 80% de todos os recursos consumidos, o que leva uma grande influência nos impactos negativos aos recursos naturais(BAMGBADE et al., 2019; MATOS, 2019; NANYA, 2018).No ano de 2015, o Brasil consumiu aproximadamente 500 milhões de toneladas de agregados em todo setor da construção, sendo a maior parte areia. No ano de 2016 a produção de cimento foi de aproximadamente 40 milhões de toneladas, sendo cerca de 336 milhões de toneladas de agregados. Essa demanda de matérias-primas gera problemas de escassez, como também encarecendo os processos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos (BAMGBADE et al., 2019; MATOS, 2019; NANYA, 2018).

Para reduzir o consumo desses recursos, o setor da construção civil vem desenvolvendo tecnologias, visando a reutilização, por meio da reciclagem. Considerado o país número 1 em reciclagem, o Japão reutiliza cerca de 50% dos seus resíduos gerados. Já na Alemanha a legislação valoriza os resíduos, fazendo com que evite sua produção, e em caso de descartes, são eliminados de forma ambientalmente compatíveis (JUNIOR, 2018).

Entre os diversos resíduos produzidos atualmente, pode-se citar o PET como sendo um dos materiais mais utilizados na fabricação de embalagens, que em diversas situações é descartado incorretamente. Em 2015 o Brasil produziu cerca de 540 mil toneladas de resina de PET. Entretanto, o reaproveitamento deste material possui enormes possibilidades (MATOS, 2019; ROSMANINHO, 2005).

Dentre as rodovias brasileiras pavimentadas, boa parte apresenta imperfeição e irregularidade na superfície do pavimento, não sendo totalmente adequada para o tráfego (COVELO, 2018).

São poucos os estudos e pesquisas para o melhoramento da malha asfáltica no Brasil. Isso acarretou resultados insatisfatórios quanto a qualidade dos pavimentos,sendo necessário que novas técnicas seja inserida para que se obtenha a qualidade necessária (MACHADO, 2018), porém as questões ambientais e econômicas são levadas em consideração.Desta forma, torna-se viável a utilização de materiais alternativos como o PET, um dos maiores poluidores do meio ambiente, criando técnicas sustentáveis (MATOS, 2019).

A inclusão de PET na pavimentação diminui os custos da construção e aumenta a qualidade de seu comportamento mecânico, já que este é um material inerte, resistente e com boa estabilidade química (ARAO, 2016).

Hassani e colaboradores (2007), substituíram frações de agregados por resíduos de PET nas proporções de 20 % e 60%), obtendo boas propriedades das misturas asfáltica com redução de fluência e incremento da estabilidade (PINTO, 2010).

Este trabalho teve por objetivo a caracterização do PET, agregados e do ligante asfáltico, utilizados na composição da malha asfáltica,por meio de ensaios laboratoriais,conseguindo assim a realização de três composições, inserindo nelas dosagens de PET, estas sendo de 5% de PET triturado, 5% de pó de PET e 0% de PET, as composições foram enquadradas na FX-C DNIT031/2006 - ES.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para um melhor entendimento do trabalho, a Figura 1 mostra resumidamente a metodologia utilizada.

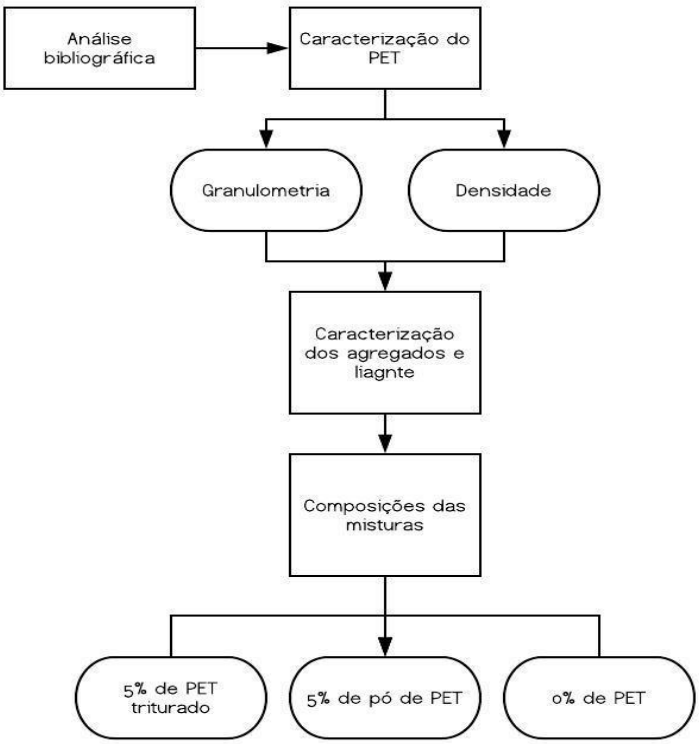

Figura 1 – Metodologia utilizada no projeto

Fonte: Autora, 2019.

2.1 MATERIAIS

Foram utilizados como materiais principais: PET triturado, pó de PET, agregados e CAP 50/70.

O PET triturado e o pó de PET foram fornecidos pela Plaspet, localizada no município de Maringá – PR.

Os agregados foram5/8", 3/8", PÓ 1/4", AREIA, 3/4" e granilha, estes fornecidos pela empresa Extracon.

O ligante asfáltico também foi fornecido pela Extracon, sendo este o CAP 50/70.

2.2 MÉTODOS

2.2.1. Caracterização dos materiais

a) PET triturado e pó de PET

O PET triturado e o pó de PET foram caracterizados pelos ensaios de granulometria (DNER-ME-083/98), e densidade (DNER-ME-084/95).

A densidade aparente foi realizada utilizando um picnômetro, 80g da amostra, água destilada e uma balança (TRIUNFO DST 30/C-DM). Para o cálculo foi utilizada aEquação1.

$$D = \frac{d-a}{(b-a)-(c-d)} \quad (1)$$

Onde a= picnômetro vazio; b= picnômetro mais água; c= picnômetro mais água mais a amostra; d= picnômetro mais amostra.

b) Agregados

Os agregados utilizados foram, 5/8", 3/8", PÓ 1/4", AREIA, 3/4" e granilha. O pó de PET só foi utilizado para a composição com ausência de PET. Para a caracterização desses materiais, utilizamos o ensaio de granulométrico. Conforme a Tabela 1.

Tabela 1- Granulometria dos agregados

PEN.	PEN.	% EM PESO PASSANDO					
POL.	MM	5/8"	3/8"	PÓ 1/4"	AREIA	3/4"	GRANILHA
1"	25,4	100	100	100	100	100	100
3/4"	19,1	100	100	100	100	95,6	100
1/2"	12,7	73,6	100	100	100	7	100
3/8"	9,5	42,1	92,7	100	100	1,6	100
Nº4	4,8	2,5	1,1	85,1	99,9	0,5	95,6
Nº10	2	0,6	0,9	53,5	99,2	0,4	17,5
Nº40	0,42	0,5	0,8	28,1	62	0,3	2,3
Nº80	0,18	0,4	0,7	21,2	2,3	0,3	2
Nº200	0,075	0,3	0,6	12,3	0,6	0,2	1,5

Fonte: Autora, 2019

c) Ligante asfáltico

Para a Caracterização do ligante foram usados os seguintes ensaios, de acordo com o Quadro1.

Quadro 1- Caracterização do ligante (50/70)

Característica	Método	Especificação
Penetração	D 5	50 a 70
Ponto de amolecimento	D 36	46 min.
Viscosidade solbolt furola 135 GC	E 102	141 min.
Viscosidade Brookfield 135GC-SP21 20RPM	D 4402	274 min.
Visc. Ssf. 150GC	E 102	50 min.
Visc. Brookfield 150GC-SP21	D 4402	112 min.
Visc. Solbolt Furola 177 GC	E 102	30 a 150

Visc. Brookfield a 177GC SP21	D 4402	57 a 285
RTFOT penetração retida	D 5	55 min.
RTFOT- Aumento de ponto de amolecimento	D 36	8 max.
RTFOT- Ductilidade a 25GC	D 113	20 min.
RTFOT Variação em % massa	D 2872	-0,5 a 0,5
Ductilidade a 25GC	D 113	60 min.
Solubilidade no tricloroetileno	D 2042	99,5 min.
Ponto de fulgor	D 92	235 min.
Índice de suscetibilidade térmica	X 018	-1,5 a 0,7
Densidade relativa 20/4 graus celsius	D 70	Anotar (1)
Aquecimento a 177GC	X 215	NESP (2)

Fonte: Autora, 2019

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO PET

O PET triturado e o pó de PET foram peneirados, encontrando as seguintes porcentagens passantes, mostrado na Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Considerando os resultados de granulometria do PET triturado e o pó de PET, tem-se que o PET triturado possui características físicas de um material arenoso grosso e pedregoso, ou seja, é considerado um solo grosso, com uma granulometria alta. Já o pó de PET, possui características físicas de um material mais fino, em relação ou PET triturado, considerado um material arenoso médio.

Já no ensaio de densidade para os dois materiais, o PET triturado apresentou uma densidade aparente de 1,36 g/cm³, não muito diferente do pó de PET, onde sua densidade aparente foi de 1,33 g/cm³. Assim analisamos que o PET triturado possui uma maior quantidade de matéria que o pó de PET em 80g.

3.2 CARACTERIZAÇÃO E RESULTADOS DO LIGANTE

Quadro 2- Caracterização do ligante (50/70)

Característica	Resultado	Unidade
Penetração	53	0,1 mm
Ponto de amolecimento	52,3	Grau C
Viscosidade solbolt furola 135 GC	170	s

Viscosidade Brookfield 135GC-SP21 20RPM	328	cp
Visc. Ssf. 150GC	88,2	s
Visc. Brookfield 150GC-SP21	166	cp
Visc. Solbolt Furola 177 GC	33,9	s
Visc. Brookfield a 177GC SP21	62	cp
RTFOT penetração retida	68	%
RTFOT- Aumento de ponto de amolecimento	0,7	Grau C
RTFOT- Ductilidade a 25GC	>100	cm
RTFOT Variação em % massa	-0,023	%
Ductilidade a 25GC	>100	cm
Solubilidade no tricloroetileno	99,9	% massa
Ponto de fulgor	332	Grau C
Índice de suscetibilidade térmica	-0,5	N/A
Densidade relativa 20/4 graus celsius	1,005	N/A
Aquecimento a 177GC	NESP	N/A

Fonte: Autora, 2019

3.3 CARACTERIZAÇÃO E RESULTADOS DOS AGREGADOS

Tabela 2- Granulometria dos agregados

PEN.	PEN.	% EM PESO PASSANDO					
POL.	MM	5/8"	3/8"	PÓ 1/4"	AREIA	3/4"	GRANILHA
1"	25,4	100	100	100	100	100	100
3/4"	19,1	100	100	100	100	95,6	100
1/2"	12,7	73,6	100	100	100	7	100
3/8"	9,5	42,1	92,7	100	100	1,6	100
Nº4	4,8	2,5	1,1	85,1	99,9	0,5	95,6
Nº10	2	0,6	0,9	53,5	99,2	0,4	17,5
Nº40	0,42	0,5	0,8	28,1	62	0,3	2,3
Nº80	0,18	0,4	0,7	21,2	2,3	0,3	2
Nº200	0,075	0,3	0,6	12,3	0,6	0,2	1,5

Fonte: Autora, 2019

A partir do ensaio de granulometria dos agregados, foi obrservado que estes possuem caracteristicas satisfatórias para a utilização em misturas asfálticas.

3.2 COMPOSIÇÕES FX-C DINIT

Para a composições com PET foi retirado 5% do pó de pedra. Na primeira composição foi utilizado 5% do PET triturado, a Figura 1 ilustra o resultado do ensaio de granulometria para os agregados utilizados, e a Figura 2 ilustra o resultado da composição enquadrada na FX-C DINIT031/2006 - ES.

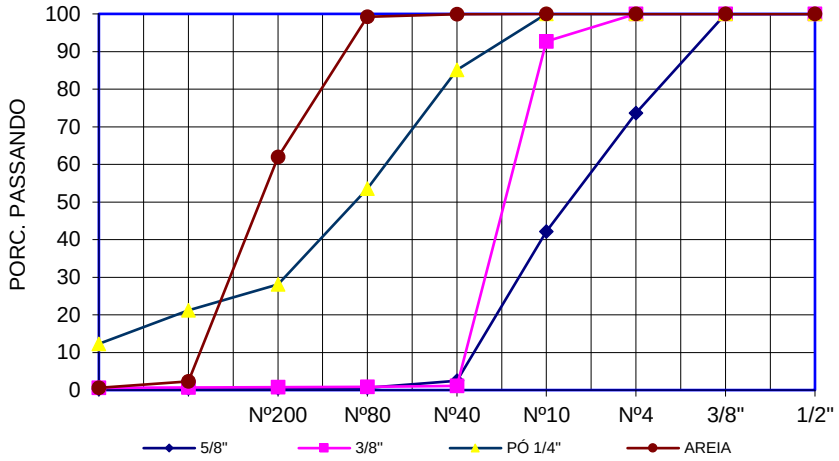

Figura 1- Granulometria dos agregados utilizados na primeira composição

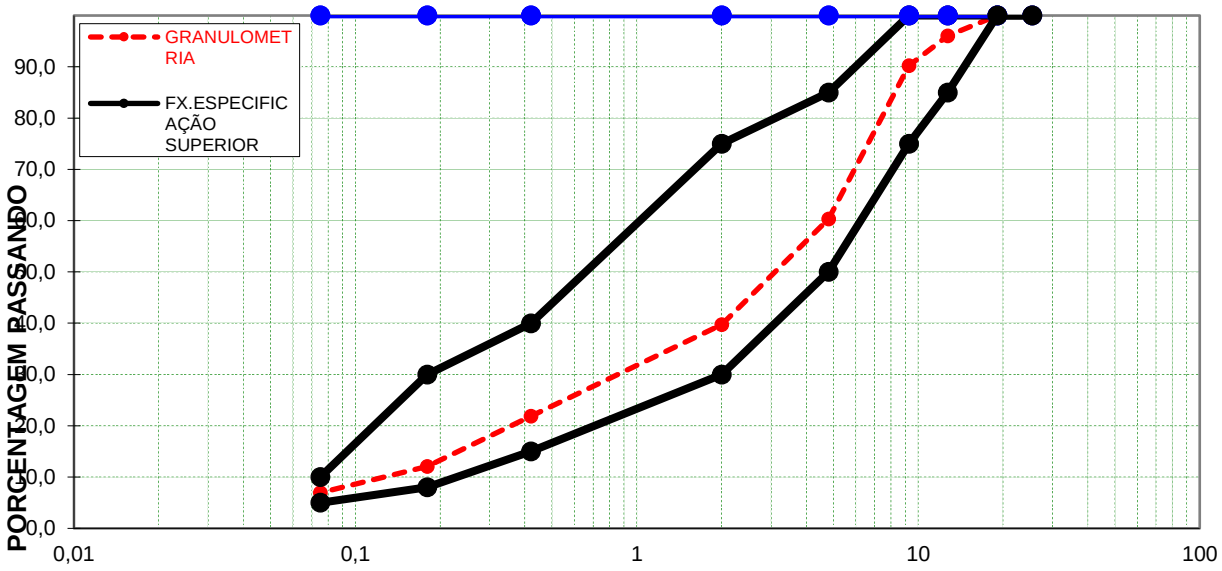

Figura 2- Composição da mistura utilizando 5% de PET triturado

Na segunda composição foi utilizado 5% de pó de PET, a Figura 3 ilustra o resultado do ensaio de granulometria para os agregados utilizados, e a Figura 4 ilustra o resultado da composição enquadrada na FX-C DINIT031/2006 - ES.

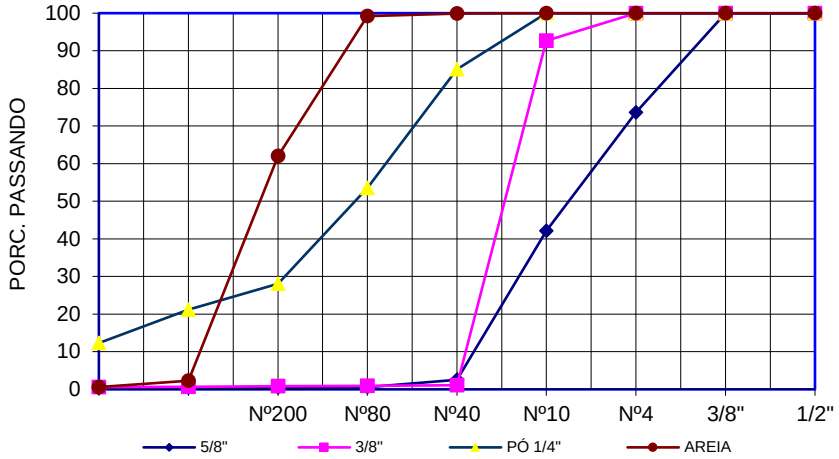

Figura 3- Granulometria dos agregados utilizados na segunda composição

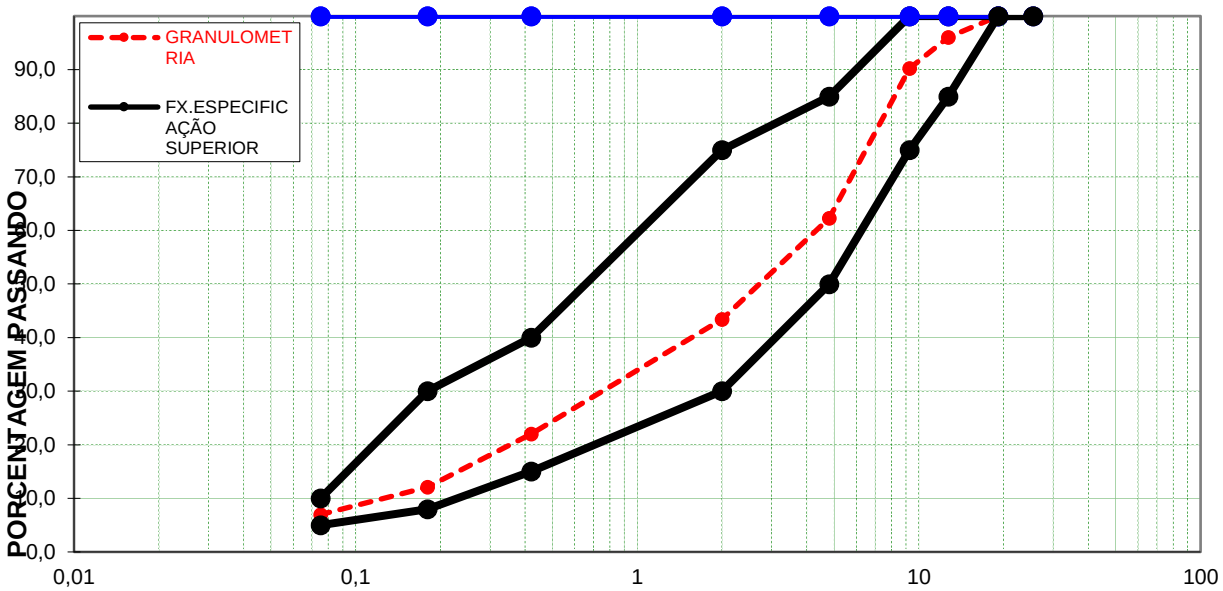

Figura 4- Composição da mistura utilizando 5% de pó de PET

Na terceira composição foi utilizado 0% do PET, a Figura 5 ilustra o resultado do ensaio de granulometria para os agregados utilizados, e a Figura 6 ilustra o resultado da composição enquadrada na FX-C DINIT031/2006 - ES.

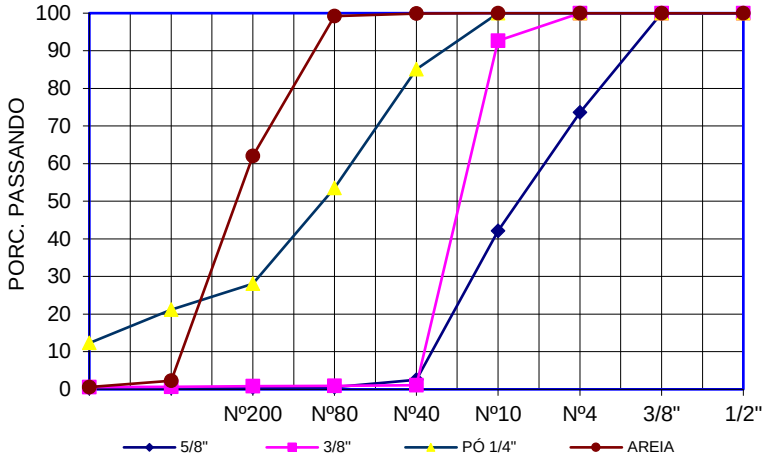

Figura 5- Granulometria dos agregados utilizados na segunda composição

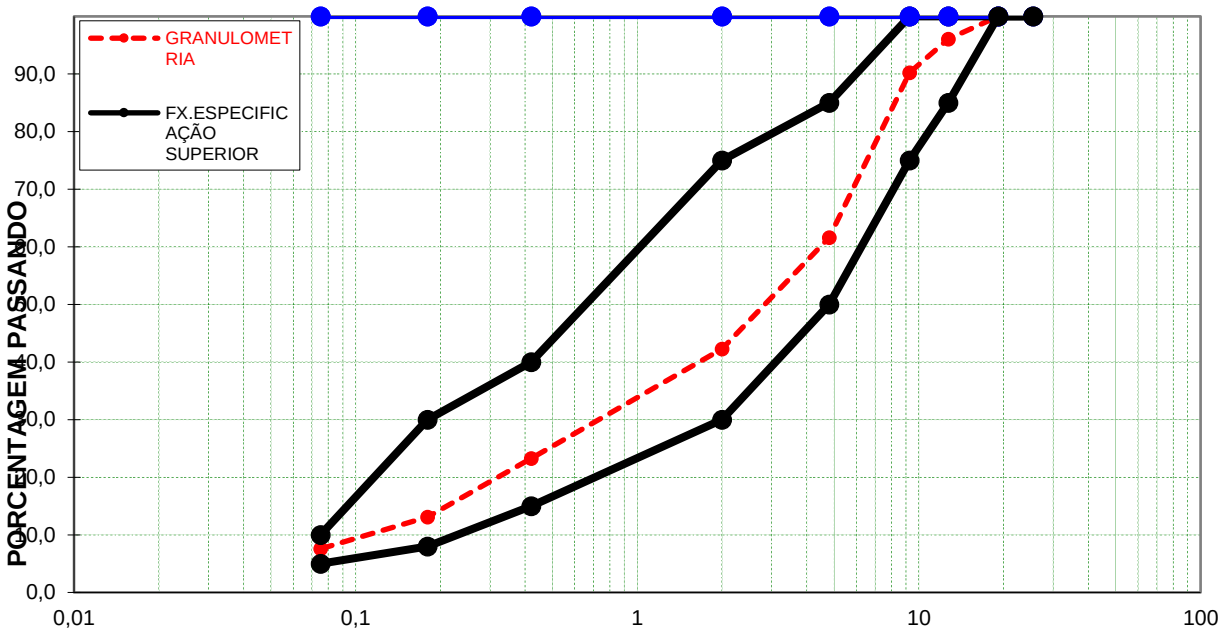

Figura 6- Composição da mistura utilizando 0% de PET

Segundo Mallmann (2018), para a realização de uma dosagem, a metodologia visa obter uma composição mais economica, que compatibilize os materiais constituintes, com os equipamentos de execução no campo e as propriedades mecânicas exigentes de projeto.

Para a realização deste projeto, foi escolhida a Faixa Granulométrica C. Para assim adquirirmos a melhor composição possível.

4 CONCLUSÃO

Após a caracterização dos materiais pode-se perceber que a inclusão do PET nas porcentagens utilizadas, oferecem uma substituição satisfatória para a composição das misturas, além de ser economicamente viável.

REFERÊNCIAS

NANYA, Carolina Shimomura et al. **O uso de resíduo de construção civil como substituto de agregados naturais em concretos: avaliação de alguns parâmetros de durabilidade.** 2018. 126f. Dissertação. São Carlos, Brasil.

MATOS, Lucas Henrique Lozano Dourado De. **Pavimentos intertravados de concreto utilizando resíduos de pet.** 2019. 146f. Ilha Solteira, Brasil.

BAMGBADE et al. **Analysis of some factors driving ecological sustainability in construction firms.**2019.10f.

ARAO, Mieka. **Avaliação do Comportamento Mecânico de Misturas Asfálticas com a Inserção de Polietileno Tereftalato (PET)Triturado.** 114f. 2016. Rio de Janeiro, Brasil.

JUNIOR, Jocimar Souza Kuster. **Avaliação da incorporação de agregado reciclado na composição de concretos autoadensáveis.** 2018. 162f. São Carlos, Brasil.

PINTO, Luiz Eduardo Maia.**Estudo de viabilidade do uso de resíduo pet em obra rodoviária.** 2010. 6f.João Pessoa, Paraíba, Brasil.

MACHADO, Matheus Covelo. **Comportamento mecânico de pré-misturados a frio densos com emulsões asfálticas convencional e modificada por polímero com e sem geossintético.** 2018. 77f. Dissertação. Viçosa, Brasil.

ROSMANINHO, Marcelo Gonçalves. **Transformando dejetos de pet em materiais de importância tecnológica.** 2005. 156f. Dissertação. Belo Horizonte, Minas gerais, Brasil.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, ME 083/98. Agregados – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro, 1998.

TRANSPORTES, ME 084/1995. Agregado miúdo-determinação da densidade real. Norma rodoviária – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1995.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, 031/2006-ES. Pavimentos flexíveis- Concreto asfáltico- Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

MALLMANN, José Eduardo Corrêa. **Metodologia de dosagem racional do concreto compactado com rolo (ccr) usando cinza volante de carvão e cal hidratada em substituição ao cimento portland.** 2018. 222f. Tese. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.