



**FAPAC - FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA
ENGENHARIA CIVIL**

ALDISKLEY PINTO PEREIRA

**PRODUÇÃO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL COM ADIÇÃO DE FIBRA DE
POLIETILENO TEREFALATO (PET) EM PORTO NACIONAL - TO**

**PORTO NACIONAL-TO
2019/1**

ALDISKLEY PINTO PEREIRA

**PRODUÇÃO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL COM ADIÇÃO DE FIBRA DE
POLIETILENO TEREF TALATO (PET) EM PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de conclusão do curso de Engenharia Civil da FAPAC/ITPAC PORTO NACIONAL como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área: Materiais

Orientador: Me Fernando Antonio da Silva Fernandes

**PORTO NACIONAL-TO
2019/1**

ALDISKLEY PINTO PEREIRA

**PRODUÇÃO DE CONCRETO NÃO ESTRUTURAL COM ADIÇÃO DE FIBRA DE
POLIETILENO TEREFTALATO (PET) EM PORTO NACIONAL - TO**

Projeto de pesquisa submetido ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto Ltda., como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Monografia apresentada e defendida em 20 / 05 / 2019 pela Banca examinadora constituída pelos professores:

Professor: Me. Fernando Antonio da Silva Fernandes (Orientador)

Professor: Alesi Texeira Mendes

Professor: Esp. Diogo Luiz Quixabeira Camargo

**PORTO NACIONAL - TO
2019/1**

RESUMO

Neste trabalho será feito a produção de concreto com a adição de fibras de polietileno tereftalato (PET) com o intuito de melhorar suas características mecânicas. Devido à grande utilização do concreto no mundo e a forma de descarte indevido da garrafa PET poluindo o meio ambiente e causando vários problemas ambientais. A partir dessas circunstâncias, o objetivo é produzir fibra que serão adicionadas ao concreto de forma a buscar um novo modelo de reciclagem dessas garrafas pet, assim como melhorar as propriedades mecânicas do concreto convencional. Para fabricação desse concreto será utilizado, cimento Portland CP-32-Z, areia grossa, brita Nº 2 e água, além da adição de fibras (10 até 20 mm de comprimento / 5 mm de largura), moldados em corpos de provas (10x20 mm). Após os 28 dias de cura, os corpos de provas serão rompidos pelo ensaio de compressão, obtendo assim algumas de suas características mecânicas. Logo após a análise dos parâmetros de trabalhabilidade, resistência a compressão entre outros será possível concluir as vantagens da utilização das fibras de garrafa PET no concreto não estrutural.

Palavras Chaves: Garrafa PET; Concreto; Fibras e Concreto fibras.

ABSTRACT

In this work the concrete will be produced with the addition of polyethylene terephthalate (PET) fibers in order to improve its mechanical characteristics. Due to the great use of concrete in the world and the way of improper disposal of the PET bottle polluting the environment and causing various environmental problems. From these circumstances, the objective is to produce fiber that will be added to the concrete in order to seek a new model of recycling of these pet bottles, as well as improving the mechanical properties of conventional concrete. For the production of this concrete, Portland cement CP-32-Z, coarse sand, crushed stone No. 2 and water, besides the addition of fibers (10 to 20 mm in length / 5 mm in width), molded in test bodies (10x20 mm). After the 28 days of curing, the test bodies will be broken by the compression test, thus obtaining some of its mechanical characteristics. Soon after the analysis of the parameters of workability, compressive strength among others, it will be possible to conclude the advantages of PET bottle fibers in non-structural concrete.

Key Words: PET bottle; Concrete; Fibers and Concrete Fibers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Composição do concreto.....	13
3.2 Slump-Test.....	13
3.3 Propriedades mecânicas do concreto	14
3.3.1 Resistência a compressão	14
3.3.2 Resistência à tração.....	15
3.4 Concreto com adição de fibras.....	16
3.5 PET	19
3.5.1 Reciclagem do PET	20
4. METODOLOGIA	22
4.1 CLASSIFICAÇÕES DO ESTUDO	22
4.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	22
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
4.3.1 Fabricação das fibras de PET	23
4.3.2 Definição do traço	23
4.3.3 Produção do concreto	23
4.3.3.1 Aparelhagem	23
4.3.3.2 Material.....	23
4.3.3.3 Procedimento de produção do concreto.....	24
4.3.3.4 Ensaio da consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test)	24
4.3.3.5 Moldagem dos Corpos de Prova	25
4.3.3.6 Cura das amostras	26
5 CRONOGRAMA	27
6 RESULTADOS ESPERADOS	28
REFERÊNCIAS.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concretagem de uma laje	12
Figura 2 – Ensaio de Compressão diametral	16
Figura 3 – Ensaio de Tração na flexão.....	16
Figura 4 - Resistência média à compressão dos concretos aos 28 dias.....	17
Figura 5 – Garrafas PET	20
Figura 6 - Uso final do PET reciclado no Brasil em 2016	21
Figura 7 Distribuição Nacional das Recicladoras de PET	Erro! Indicador não definido.
Figura 8 - Equipamentos do " <i>Slump Test</i> "	25

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo quando se tratar de material utilizado na construção civil o concreto é o mais utilizado, mesmo não sendo tão resistente quanto aço, isso se deve devido sua popularidade criada através de fatores como: a versatilidade (devido o concreto ser uma substancia plástica sendo assim moldável, além de ter fácil produção e manejo.), a durabilidade, a economia (por ser muito barato e comumente usado em todo mundo) e alta resistência à água (MENESES, 2011).

A utilização de fibras em misturas cimentícias promove melhoras significativas em sua composição, isso faz com que suas características mecânicas melhorem. De acordo com Metha e Monteiro (2008) emprego de fibras ocorre devido algumas limitações que o concreto convencional possui, como baixa resistência aos esforços de tração o que o torna suscetível a fissuras, para minimizar essas limitações as fibras são utilizadas.

De acordo com Metha e Monteiro (2008) as fibras classificam em curta e longa, sendo as curtas são utilizadas em argamassa, diminuindo as microfissuras num compósito sobre carga, já as fibras longas são utilizadas no concreto para diminuir macrofissuras, sua utilização diminuem a trabalhabilidade mais aumenta sua resistência a tração.

De acordo Cardoso, Liboni e Honda (2016) o Polietileno Tereftalato (PET), trata-se de um polímero amplamente utilizado nas indústrias de garrafas plásticas, devido a sua versatilidade, alta resistência mecânica (impacto) e química.

A respeito da sustentabilidade, o uso de materiais como rejeito de sílica ativa e garrafa PET na fabricação de novos materiais apresentar uma boa alternativa, se consideramos que o descarte de forma inadequada de Polietileno Tereftalato (PET), apresentar um enorme prejuízo a natureza, além de representa 20% do volume de lixo depositado nos aterros sanitários (SILVEIRA, 2018). A produção de concreto com a adição desse polímero estabeleceria uma nova maneira de reciclagem desse produto e contribuiria para diminuição do mesmo na natureza.

O trabalho se caracterizar pela produção de um concreto não estrutura com adição de fibra de polietileno tereftalato (PET), para análise de sua característica mecânicas, sua trabalhabilidade, homogeneização entre outro. A utilização de fibras PET espiraladas e distribuídas na matriz do concreto de forma aleatória, promover o reforço do mesmo, sobre tudo em relação aos esforço de tração que segundo Salomão e Pandolfelli (2003) pode chegar a ter um aumento de até 100% a resistência

a tração, além de ser uma alternativa para diminuição deste material no meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Produzir um concreto com adição de fibra de polietileno tereftalato (PET) proveniente da reciclagem.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir os percentuais de adição de fibra de garrafa de polietileno tereftalato no traço de concreto;
- Produzir as fibras;
- Caracterizar as propriedades mecânicas dos traços produzidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O concreto hoje utilizado é uma somatória de fatores e fruto do trabalho de inúmeras pessoas que se dedicaram a observar a natureza e aperfeiçoaram materiais, técnicas, teoria e formas estruturais. De acordo com o Portal do Concreto (2018), o concreto por ser um material plástico, adquire a forma desejada antes do seu endurecimento, com isso, consegue atingir resistência suficiente para suportar os esforços solicitados.

Figura 1 - Concretagem de uma laje



Fonte: Tecnologia do concreto (2017).

Através do Portal do Concreto (2018), observa-se que com a evolução do concreto desde o tempo de Roma, existe atualmente uma infinidade de tipos de concretos, utilizando uma enorme gama de cimentos, agregados, adições, aditivos e formas de aplicação (armado, protendido, projetado,...), isso se deve ao uso do concreto nos mais variados campos, muito dele em ambientes agressivos.

Segundo o Portal do Concreto (2018), as fibras estão entre uma das adições utilizadas para melhorar o desempenho do concreto, sendo objeto de grandes estudos na área de engenharia civil. O uso de fibras naturais ou sintéticas são empregadas, em geral para tentar minimizar as fissuras decorrentes da retração plástica do concreto.

O concreto é o material mais utilizado nas construções, analisar o comportamento do mesmo com a adição de fibras de Polietileno Tereftalato (PET), é

um dos objetivos, buscando assim, avaliar se esse material é compatível com o concreto e se trará algum benefício ao setor da Construção Civil. Tal procedimento pode acarretar na redução dos impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil, visto que o processo de extração de agregados e o descarte indevido de garrafas pet, causa inúmeros impactos ao meio ambiente (GUERRA, ROCHA E OKABAYASHI, 2017).

3.1 COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

O concreto é um material que utiliza inúmeros componentes na sua fabricação, entre eles estão: o cimento Portland, agregado graúdo (brita ou sexo rolado), agregado miúdo (areia) e água. Os materiais básicos, cimento e agregado, são fáceis de serem encontrados em qualquer parte do mundo, com um custo menor que os demais materiais de construção (METHA e MONTEIRO, 2008). O concreto básico pode ter adição de aditivos ou variação na sua composição que melhora o seu desempenho de acordo com a utilização necessária (MENESES, 2011).

Tabela 1 - Traço a ser utilizado correspondente a 20 MPa com 28 dias de cura

Materiais	Composição unitária em massa por metro cúbico (Kg)	Composição unitária em massa por saco de 50Kg de cimento cúbico (Kg)
Brita 1	1038	171,85
Areia (seca)	791	131
Cimento	302	50
Água	211	35
Fator a/c	0,70	0,70

Fonte: Campos, Mazini e Silva Neto (2012) Adaptado.

3.2 SLUMP-TEST

O concreto é hoje o material mais utilizado na construção civil, isso deve-se enorme facilidade de se trabalhar com esse material, o *slump test* é um ensaio na qual seus resultados fornecem parâmetros para mensurar a trabalhabilidade, propriedade do concreto que vai determinar a homogeneidade e a facilidade com que o material pode ser, misturado, lançado, adensado e acabado, tudo isso de acordo com a NBR NM 67.

O *slump test* avalia segundo a NBR NM 67 a consistência do concreto com o objetivo de determinar a trabalhabilidade e controlar a quantidade de água adicionada no concreto fresco, sendo assim é necessário fazer uma avaliação da quantidade de água do concreto antes da descarga do caminhão, verificando se a consistência está de acordo com o que foi especificado na nota fiscal (pedido), o quando abaixo mostra esse parâmetro de acordo com o tipo de obra/serviço.

Quadro 1 - Limite de abatimento no Slump-Test

Tipo de obra/serviço	Consistência	Concreto com controle razoável (agregados medidos em volume) e vibração manual ou mecânica.	
		Mínimo (cm)	Máximo (cm)
Fundações e muros não armados	Firme	2	6
Fundações e muros armados	Firme a Plástico	3	7
Estruturas usuais e Lastros	Plástico	5	7
Peças com alta densidade de armaduras	Plástico a fluído	7	9
Concreto aparente	Plástico a fluído	6	8
Concreto bombeado a alturas até 40 m	Fluído	8	10
Concreto bombeado a alturas > 40 m	Muito fluído	9	13

Fonte: Ripper (1998) Adaptado.

3.3 PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO

De acordo com Pinheiro *et al.* (2004), entre as principais propriedades mecânicas do concreto estão: resistência a compressão, resistência à tração e módulo de elasticidade. As características mecânicas são determinadas através de ensaios, executados em condições específicas como o previsto pela NBR 5739 (1993).

3.3.1 Resistência a compressão

A resistência do concreto é em sua maioria a compressão, visto que, o concreto convencional sem armadura tem baixa a resistência tração se comparada a resistência a compressão, segundo a NBR 5739 (1993), que tratar do ensaio de

compressão de corpos-de-prova cilíndricos, o sistema de medição de forças pode ser analógico ou digital.

A resistência à compressão simples, denominada f_c , é a característica mecânica mais importante, medida em ensaio através de um corpo-de-prova cilíndrico, com 15cm de diâmetro e 30cm de altura, e a idade de referência para o ensaio é 28 dias, sendo esse o mais utilizado no Brasil, (Pinheiro, Muzardo e Santos, 2004)

A NBR 8953 (2015) define as classes de resistência em função de f_{ck} , dividindo em dois grupos, grupo I e grupo II, de acordo com a resistência determinada a partir de ensaio de corpos de prova preparado conforme a NBR 5738 e rompidos de acordo com a NBR 5739.

Tabela 2– Classe de resistência do grupo I

Grupo I de resistência	Resistência característica à compressão (Mpa)
C10	10
C15	15
C20	20
C25	25
C30	30
C35	35
C40	40
C45	45
C50	50

Fonte: NBR 8953

Tabela 3 - Classe de resistência do grupo II

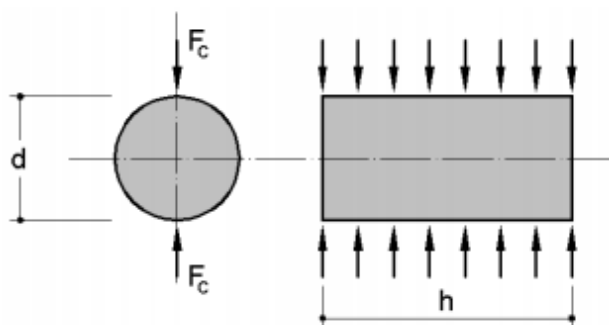
Grupo II de resistência	Resistência característica à compressão (Mpa)
C55	55
C60	60
C70	70
C80	80

Fonte: NBR 8953

3.3.2 Resistência à tração

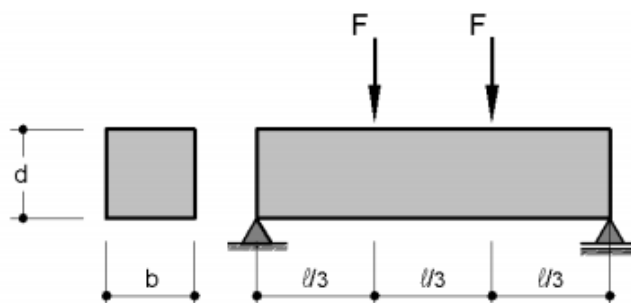
Os estudos de tração diferenciam-se dos estudos de compressão devido os tipos de ensaios, sendo eles três: tração direta, compressão diametral e tração na flexão. Observando a NBR 12142 (1991), os métodos de se obter a resistência a tração de forma indireta são pelos métodos de compressão diametral e tração na flexão, mostrado na figura 2 e 3 abaixo.

Figura 2 – Ensaio de Compressão diametral



Fonte: Pinheiro *et al.* (2004)

Figura 3 – Ensaio de Tração na flexão



Fonte: Pinheiro *et al.* (2004)

3.4 CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS

A utilização de fibra com reforço nos materiais da construção civil não é algo recente, visto que as fibras tem sido aplicada a muito tempo atrás, no entanto, a utilização dessa fibras como reforço em concreto é sim um conceito relativamente novo (MENESES, 2011).

O concreto apresenta baixa resistência à tração, o que facilita o surgimento de fissuras e compromete a durabilidade desse material (MASSACOTTE E BISCHOFF, 2000). De acordo com Figueiredo (2011) a utilização de fibras para

reforço de concreto tem o objetivo de minimizar as limitações que o concreto tem por não apresentar grande resistência a tração. Observando Salomão e Pandolfelli (2003) é dito que o aumento da resistência a tração pode chegar até 100%, além disso, além disso, o seu desenvolvimento tem crescido bastante nas últimas décadas.

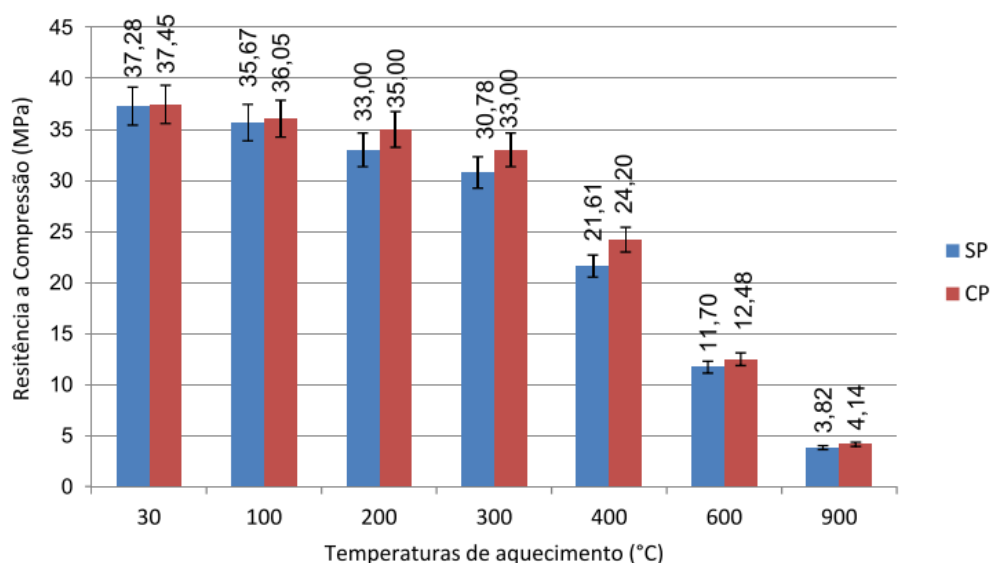
A utilização de fibras em misturas cimentícias (concreto e argamassas) tem promovido uma melhora exponencial nas características mecânicas dessas misturas, com melhora na tenacidade à flexão e resistência à fadiga e ao impacto (SALVADOR E FIGUEIREDO, 2013). Observando Nunes (2006), é dito que a principal função das fibras são aumentar a absorção de energia, através das fissuras pois as fibras atuais com ponte de transferência reduzindo sua propagação e expansão.

De acordo Amaral Júnior, do, Silva e Moravia, (2017) com a utilização de fibras poliméricas ocorreu uma redução de 7,2% na resistência a compressão isso devido a trabalhabilidade do concreto que diminuiu, em relação a resistência a tração houve um aumento 9,3%, tendo o seu modulo de elasticidade sem grandes alteração.

Meneses (2011) analisou o com concreto com adição de fibras submetido a altas temperaturas, e observou que a resistência do concreto aumentou em relação ao concreto sem adição de PET mesmo submetido a altas temperaturas.

A Figura 4 apresentado o comportamento do concreto com e sem adição de PET em relação à resistência à compressão na idade de 28 dias, Segundo Meneses (2011) esse ganho de resistência se dá pela geometria (plana) da fibra de PET que atua como adição, diminuindo a relação água e os materiais secos.

Figura 4 - Resistência média à compressão dos concretos aos 28 dias



Fonte: Meneses (2011)

Como pode ser visto na Figura 4 a resistências dos concretos com e sem PET estudados serem muito próximos, o fato da resistência com PET se um pouco maior sugere que a adição de PET contribui de forma positiva tanto no desempenho mecânico, quanto na redução do deslocamento do concreto (efeito “splalling”) quando submetidos à ação de altas Temperaturas (MENESES, 2011).

O projeto Guerra, Rocha e Okabayashi (2017) analisou o comportamento do concreto com substituição parcial do agregado miúdo por Polietileno Tereftalato (PET), e concluiu que a utilização desse material de acordo com o seu projeto não é indicado para fins estrutura, por ter tido diminuição na resistência compressão axial.

Guerra, Rocha e Okabayashi (2017) continua dizendo que mesmo a não utilização desse material para fins estrutural, ele pode ser viável sob outros aspectos, uma vez que foi observado o aumento de sua tenacidade, o que reduz o efeito de colapso da estrutura de concreto, outro benefício observado foi quanto ao meio ambiente, como a redução do consumo de areia e a reciclagem das garrafas PET, diminuindo os impactos ambientais.

Segundo Meneses 2011 a adição de PET pode melhorar a qualidade do concreto, e como consequência retardando o tempo para uma estrutura entrar em colapso. Como já foi dito por Além Guerra, Rocha e Okabayashi (2017), vê-se que o uso da fibra de PET pode ajudar a diminuir o número de garrafas preservando o os aterros sanitários dando mais uma possibilidade de uso para as garrafas PET descartadas.

A capacidade do material absorver energia e se deformar até a sua ruptura se chama tenacidade, que é medida através da área formada pela curva carga x deformação e o eixo das abscissas. Segundo Amaral Júnior, do, Silva e Moravia, (2017) os valores de tenacidade são superiores no concreto com adição de fibras poliméricas do que sem a adição de fibras.

Para Pelisser (2002), uma das vantagens das fibras de PET é que ela apresenta um elevado modulo de elasticidade, até 117 GPa, tem um durabilidade grande, se comparada a outras fibras, tendo um boa aderência a misturas cimentícias, resistência a uma grande gama de produtos químicos e não sofre variação em seu volume na presença de agua.

3.5 PET

Segundo Meneses (2011) a principal utilização do pet é como garrafas e embalagens para refrigerante, que por não possuir um fim adequado causa diversos problemas para não, portanto a utilização das fibras desse material na construção civil, especificamente no concreto seria uma solução para esse tipo de resíduo urbano local.

A norma NBR 10004 (2004) classifica o Polietileno Tereftalato (PET) como resíduo de classe II B – conforme descrito abaixo:

4.2.2.2 Resíduos classe II B - Inertes

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G. (NBR 10004, 2004, p 5).

E no anexo G da mesma norma:

A007 - Resíduos de plástico polimerizado, excluídos aqueles contaminados por substâncias constantes nos anexos C, D ou E, e que apresentem características de periculosidade. (NBR 10004, 2004, p 71).

No Brasil a reciclagem de PET é bastante desenvolvida, visto que atualmente a diversas indústrias recicladoras estabelecidas por todo território nacional, o que torna o índice de reciclagem alto segundo Meneses (2011), além de conta com uma gama variada de aplicações para o material reciclado.

Figura 5 – Garrafas PET



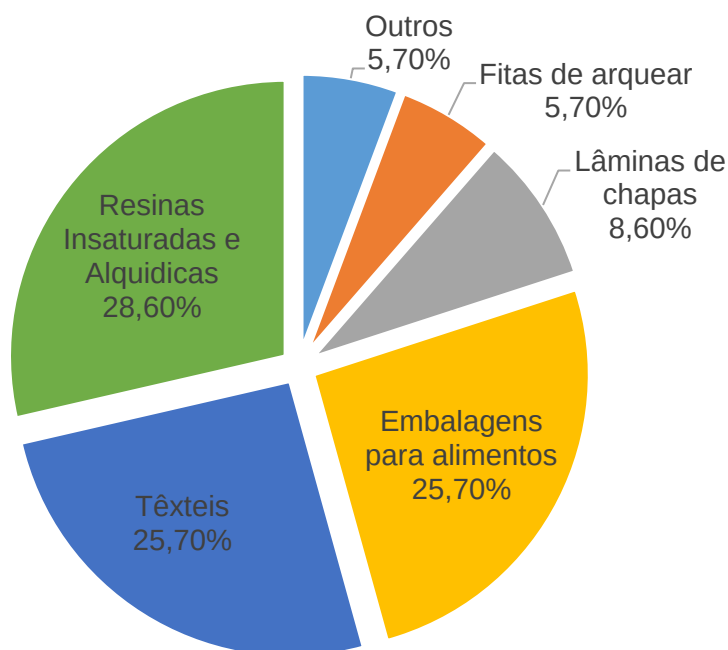
Fonte: VG Resíduos Ltda (2019)

3.5.1 Reciclagem do PET

De acordo com 10º Censo da Reciclagem do PET no Brasil, divulgado pela ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET, foram recicladas 331 mil toneladas de embalagens de PET em 2016, sendo que na edição anterior do Censo houve um aumento de 12% no número de reciclagem.

A utilização da matéria-prima reciclada do PET ocorre de diversas maneiras, sendo utilizada em diferente setores da economia, fazendo com que estejamos sempre em contato com algo feito desse material. Na Engenharia Civil, sua utilização é dada na forma de TNT, que pode ser usado como filtro solar, manta asfáltica e material para contenção de encostas (ABIPET, 2016).

Figura 6 - Uso final do PET reciclado no Brasil em 2016



Fonte: ABIPET (2016)

O Polietileno Tereftalato de etileno (PET), trata-se de um polímero amplamente utilizado nas indústrias de garrafas plásticas, devido a sua versatilidade, alta resistência mecânica (impacto) e química (CARDOSO, LIBONI E HONDA, 2016). Através dos benefícios proporcionados para a indústria e varejo, e a facilidade em se reciclar em os seus produtos, torna-se bastante atrativo para as empresas, principalmente nas regiões sul e sudeste onde estão localizadas as principais fabricas de reciclagem (ABIPET, 2016).

4 METODOLOGIA

4.1 CLASSIFICAÇÕES DO ESTUDO

Esta pesquisa é classificada, quanto aos objetivos do trabalho, com a necessidade de observar as características dos elementos a serem estudados, para então classificá-los e interpretá-los.

Segundo a UFRGS (2007), para que este assim se configure, deve cumprir certas exigências como:

- ser um estudo intensivo;
- preservar o caráter único do objeto investigado;
- ocorrer no ambiente natural do objeto;
- ser limitado quanto a tempo, eventos ou processos.

A pesquisa em si será realizada no laboratório de construção civil do ITPAC em Porto Nacional - TO, onde serão realizados ensaios em corpos de provas para determinação das características mecânicas do concreto produzido.

4.2 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Será feito um concreto com a adição de fibra de polietileno tereftalato (Pet), como substituição parcial dos agregados graúdos. O concreto passara pelo slump test para determinar sua trabalhabilidade antes de serem moldados em corpos de provas, onde serão submetidos a ensaios de resistência à compressão uniaxial.

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A concretagem é um processo chave na execução das lajes, vigas e pilares. Das moldadas in loco, nervuradas ou maciças, às pré-fabricadas, de poliestireno, os processos de montagem e desforma envolvem procedimentos e ferramentas importantes e não é diferente durante a fabricação do concreto e montagem dos corpos de provas.

O trabalho consiste na produção de um concreto convencional não estrutural, no qual são moldados corpos de prova. Os corpos de prova moldados são divididos em grupos, sendo um deles os CPs de referência sem a adição de fibras de

polietileno tereftalato. Os outros grupos terão a adição fibras de garrafas pet em diferentes proporções. Os CPs serão rompidos aos 7, 14, 28, 56 e 112 dias de cura, proporcionando assim um comparativo das resistências.

4.3.1 Fabricação das fibras de PET

As fibras serão produzidas através de material reciclável (garrafas PET) e terão dimensões de $10 \geq 20$ cm de comprimento com largura de $0 \geq 5$ mm de largura.

4.3.2 Definição do traço

O teor de adição de fibras de PET varia muito, portanto para o concreto que será produzido nesta investigação, a adição de PET previamente definida com base na literatura ($\leq 6\%$) (Rodrigues *et al.*, 2018).

Será produzido um traço controle que servira de referência para análise comparativa dos resultados apresentados pelos traços com adição de concentração de PET. O Traço controle será projetado para apresentar aos 28 dias uma resistência a compressão de 20 Mpa (NBR 6118) e Slump ≥ 90 mm (NBR NM 67).

4.3.3 Produção do concreto

4.3.3.1 Aparelhagem

- Betoneira;
- Molde de corpo de prova 100 x 200 mm;
- Balde;
- Pá e colher de pedreiro;
- Vibrador mecânico;

4.3.3.2 Material

Os materiais utilizados foram cimento Portland CP-32-Z, areia grossa coletada do rio Tocantins nas proximidades da cidade de Porto Nacional, brita Nº 2

potável fornecida pela companhia de abastecimento da região e água, além das fibras de garrafa PET.

4.3.3.3 Procedimento de produção do concreto

A fabricação do concreto ocorrera após a separação dos matérias em suas devidas proporções de acordo com o traço a dimensionado conforme as propriedades dos materiais.

Depois de separa os materiais, com a betoneira devidamente limpa e arejada os materiais devem ser adicionados de forma gradativa, conforme descrito a seguir:

- Toda a quantidade de brita;
- Todo o saco de cimento Portland CP-32-Z,
- Metade da areia;
- Metade da água;
- Foi feito o acionamento da betoneira;
- Acrescentado o restante da areia;
- Acrescentado o restante de água;
- E feito o acionamento da betoneira até obter uma homogeneização sem segregação do concreto.
- Por último adição das fibras no concreto.

4.3.3.4 Ensaio da consistência pelo abatimento do tronco de cone (Slump Test)

Após a fabricação do concreto será retirado uma amostra para a realização do ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone (*slump test*)

Figura 7 - Equipamentos do "Slump Test"



Fonte: Branco e Pieretti (2012).

A aparelhagem utilizada foi:

- Molde metálico;
- Haste de compactação de seção circular em aço de 16 mm de diâmetro por 600 mm de comprimento;
- Placa de apoio do molde;
- Complemento tronco-cônico do molde;
- Colher de pedreiro;

O procedimento do ensaio da consistência será realizado segundo a NBR NM 67, pós realização deste ensaio, voltara para à betoneira, para o processo de homogeneização.

4.3.3.5 Moldagem dos Corpos de Prova

Utilizara corpos de prova 10 x 20 cm, moldados de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2003).

A aparelhagem utilizada foi:

- 20 moldes cilíndricos de 10x20 cm

- Corpos-de-prova devidamente limpos e aplicado desmoldante;
- Haste de compactação de seção circular em aço de 16 mm de diâmetro por 600 mm de comprimento;
- Colher de pedreiro

4.3.3.6 Cura das amostras

Os corpos de provas moldados terão 7, 14, 28, 56 e 112 dias de cura, porém cada grupo de CPs terá proporções deferente de adição de polietileno tereftalato (Pet). Os CPs de referência também terão a mesma quantidade de dias de cura sem adição de nenhuma fibra, tendo em vista que todas as outras amostras tivessem a mesma condição de cura será feito então o rompimento dos corpos de provas.

5 CRONOGRAMA

Quadro 2 - Cronograma da pesquisa

Periodo	2019/1					2019/2				
Atividade	Meses					Meses				
	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Concepção do Projeto										
Escolha do Tema										
Elaboração dos Objetivos										
Metodologia										
Defesa do Projeto										
Cadastramento do projeto										
Fabicação do concreto										
Análise estatística										
Dircurso dos dados										
Conclusão										
Redação final										

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que a produção de concreto com a adição de Polietileno Tereftalato ocorra de forma a se obter uma boa trabalhabilidade medida através do ensaio de *slump test*, visto que, a utilização de fibras influencia diretamente nesse resultado, espera-se produzir fibras que misturada ao concreto seja capaz de se obter um Slump ≥ 90 mm (NBR NM 67) e que aos 28 dias de cura o concreto com adição dessas fibras tenha uma resistência ≥ 20 MPa (NBR 6118) , melhorando a sua resistência a tração e outras propriedades mecânicas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL JÚNIOR, J. C. DO; SILVA, L. C. F.; MORAVIA, W. G. **Análise experimental da adição de fibras poliméricas nas propriedades mecânicas do concreto.** Revista Materia, v. 22, n. 1, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.** Rio de janeiro, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento.** Rio de janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR NM 67: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de janeiro, 1998.
- BRANCO, C. P. e PIERETTI, R. A. **Avaliação da Resistência do concreto curado entre -5°C E 0°C.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p. 40, 2012.
- CONCRETO, B. **Tecnologia do Concreto.** Disponível em: < <http://www.biancoconcreto.com.br/servicos/tecnologia-do-concreto> >. Acesso em: Abril, 2019.
- FIGUEIREDO, A.D., “**Concreto com fibras**”, In: Concreto: ciência e tecnologia. 1 ed., cap. 37, Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), São Paulo, 2011.
- GUERRA, A. S.; ROCHA, E. R. D.; OKABAYASHI, J. Y. **Estudo de viabilidade técnica para a reutilização de Polietileno Tereftalato (PET) residual em substituição ao agregado miúdo no concreto.** MIX Sustentável, v. 3, n. 3, p. 35, 21 ago. 2017.
- MASSICOTTE, B. BISCHOFF, P. H. **Fibre Reinforced Concretes: A Structural Perspective – (FRC) BEFIB 2000.** RELIM. Lyon, France. 2000. P. 193-202.
- MENESES, I. A. **Avaliação de concreto com adição de fibras de pet submetido a altas temperaturas.** [s.l: s.n.].
- METHA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestrutura, Propriedades e Materiais.** Ed. PINI. São Paulo, 2008.
- NUNES, N.L., **Contribuição para a aplicação do concreto reforçado com fibras de aço em elementos de superfície restringidos,** Tese de D.Sc., Escola politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2006.

RODRIGUES, N. C. DA S. *et al.* **Fibra de PET na produção de concretos.** Tecnologia em Metalurgia Materiais e Mineração, v. 15, n. 3, p. 207–211, 2018.

SALOMÃO, R. PANDOLFELLI, V. C. **Concretos refratários contendo fibras poliméricas: correlação entre a permeabilidade e o comportamento de secagem, apresentado no 47º Congresso Brasileiro de Cerâmica, João Pessoa/PB 2003** consultado em 25/08/2010.

SALVADOR, R. P.; FIGUEIREDO, A. D. DE. **Análise comparativa de comportamento mecânico de concreto reforçado com macrofibra polimérica e com fibra de aço.** Matéria (Rio de Janeiro), v. 18, n. 2, p. 1273–1285, 2013.

SILVEIRA, A. Vantagens da reciclagem. Disponível em: www.vassourapet.com.br. Acesso em: Abril, 2019.

PINHEIRO, L. M. *et al.* **Estruturas de Concreto.** USP – EESC – Departamento de Engenharia de Estruturas, cap. 2, p. 18-33, 2010.

POLISSER, F. **Avaliação do desempenho do concreto reforçado com fibras de polietileno tereftalato (PET).** Universidade federal de Santa Catarina, p. 127, 2002.

VG Resíduos Ltda. **Como aplicar a logística reversa da garrafa PET e gerar renda?** Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/como-aplicar-a-logistica-reversa-da-garrafa-pet-e-gerar-renda> >. Acesso em: Maio, 2019.