



INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO

FERNANDO BATISTA DA ROCHA JORGE

**INCORPORAÇÃO DE FIBRA DE GARRAFA PET EM CONCRETO
COMO ADITIVO**

PORTO NACIONAL – TO

2017

FERNANDO BATISTA DA ROCHA JORGE

**INCORPORAÇÃO DE FIBRA DE GARRAFA PET EM CONCRETO
COMO ADITIVO**

Projeto de pesquisa de análise na disciplina de TTC I lecionada pela Professora Larissa, apresentado na Faculdade ITPAC no curso de Engenharia civil, como requisito básico para nota N2 do 9º período de engenharia civil ITPAC Porto Nacional.

Área de concentração: Materiais de construção

Orientador: Me. Diogo Pedreira Lima

**PORTO NACIONAL – TO
2017**

FERNANDO BATISTA DA ROCHA JORGE

**INCORPORAÇÃO DE FIBRA DE GARRAFA PET EM CONCRETO COMO
ADITIVO**

Projeto de pesquisa, apresentado ao Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto ITPAC/FAPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Professor Me. Diogo Pedreira Lima e submetido à avaliação da Banca Examinadora em novembro de 2017.

Banca Examinadora:

Professor Me. Diogo Pedreira Lima
(Orientador)

Professor Me. Larissa Jácome Barros Silvestre.
(Examinadora 01)

Professora Me. Tais Gomes.
(Examinadora 02)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me proteger e me permitir chegar até aqui.

A meu orientador Me. Diogo Pedreira Lima, por ter tido toda paciência comigo durante todo esse período.

A professora da disciplina de TCC Me. Larissa Jácome Barros Silvestre por todo apoio, paciência e compreensão.

Agradeço especialmente a minha grande amiga Ana Paula Barbosa da Costa, por estar sempre por perto nos momentos difíceis, me apoiando e quando preciso dando muitas broncas.

Agradeço minha família por todo apoio que me foi dado, meus irmãos Armando e Eduarda e minha prima Jordânia por terem sido pacientes e compreensivos comigo.

Em especial a minha mãe Maria das Mercês e ao meu Pai Tertuliano Batista, por dès de pequeno instigar me direciona para os estudos. Por visar o futuro de seus filhos e sempre acreditar no potencial nosso potencial.

Agradeço também minha amiga Lorayne Ferreira Rodrigues, por ter me ajudado a vencer essa batalha.

Aos professores que sempre tiveram paciência e calma quando os enchiam de perguntas.

Aos meus colegas e amigos que me ajudaram no decorrer deste longo e ardo caminho.

A dona Aparecida e dona Marlucia que trabalham na área limpeza da instituição, por sempre ter tido paciência comigo mesmo quando ficava até tarde na sala copiando o conteúdo do quadro ou mesmo sanando milhares de duvidas como os professores.

RESUMO

A utilização de materiais alternativos na construção civil cresce com o aumento da necessidade de minimizar os impactos causados no meio ambiente e ao mesmo tempo diminuir os custos através da reutilização de materiais que iriam para o lixo. Um desses materiais é o PET (Polietileno tereftalato), material com certa resistência, flexibilidade. Esse estudo visa analisar o comportamento mecânico do concreto quando incorporado com fibra de garrafa PET como agregado, verificando a viabilidade desta união.

Palavras-chave: PET. Fibra. Resistência. Concreto.

ABSTRACT

The use of alternative materials in civil construction grows with increasing need to minimize impacts on the environment while lowering costs through the reuse of materials that would go to waste. One such material is PET (Polyethylene Terephthalate), a material with a certain degree of strength and flexibility. This study aims to analyze the mechanical behavior of concrete when incorporated with PET bottle fiber as an aggregate, verifying the feasibility of this union.

Keywords: PET. Fiber. Resistance. Concrete.

LISTA DE SIGLAS

ABCP- Associação Brasileira de Cimento *Portland*
ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET
ABNT - Associação Brasileira de Norma Técnica
ACI - *American Concrete Institute*
ASTM - *American Society for Testing and Materials*
CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem
CP - Corpo de Prova
CP II - Cimento *Portland* classe dois
E - Módulo de Elasticidade
 ϵ - Deformação
 ϵ - Deslocamento
FT - Força de Ruptura
Kgf – Quilograma Força
MERCOSUL – Mercado Comum do Sul
Mpa – Mega Pascal
N - Newton
NBR - Norma Brasileira Regulamentadora
NM - Norma do MERCOSUL
PET - Polietileno tereftalato

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Cimento portland.....	16
Figura 2 - Seixo Rolado.....	18
Figura 3 - Tipos de agregados artificiais	18
Figura 4 - Tipos de agregados	19
Figura 5 - Brita 01.....	20
Figura 6 - Concreto convencional.....	22
Figura 7- Misturas para produção do concreto.....	23
Figura 8 - Concreto Convencional.....	24
Figura 9 - Materiais para o concreto leve	Erro! Indicador não definido.
Figura 10 - Concreto leve	Erro! Indicador não definido.
Figura 11 - Concreto Pesado	Erro! Indicador não definido.
Figura 12 - Tipos de Fibra	24
Figura 13 - Concreto com fibras de nylon	25
Figura 14 - Ruptura da fibra	28
Figura 15 - Deformação da fibra.....	29
Figura 16 – Fibras de PET	26
Figura 17 – Representação do corpo de prova nos pratos de aço.....	33
Figura 18 - Demonstração ensaio de tração por compressão diametral	34

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	33
Equação 2	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Classificação dos agregados quanto ao Peso	20
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais utilizações dos agregados	17
Quadro 2- Tensão e deformação da fibra do PET	27
Quadro 3- Tensão e deformação da fibra do PET incolor	28

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Hipótese	12
1.2 JUSTIFICATIVA	12
2 OBJETIVO	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 Referencial teórico	15
3.1 Aglomerantes	15
3.1.1 Cimento <i>portland</i>	15
3.2 Agregados	16
3.2.1 Classificação dos agregados	17
3.2.2 Classificação quanto à origem	18
3.2.3 Classificação quanto às dimensões	19
3.2.4 Classificação quanto ao peso	20
3.3 Aditivos	21
3.4 Concreto	21
3.4.1 Tipos de concreto	23
3.4.1.1 Concreto convencional	23
3.4.1.2 Concreto com adição de fibras	24
3.5 PET	26
3.5.1 Fibra de pet	26
3.5.2 Caracterização mecânica das fibras	27
4 METODOLOGIA	29
4.1 Tipo de pesquisa	30

4.2	Local da pesquisa	30
4.3	Moldagem das amostras.....	30
4.4	Procedimento	30
4.5	Instrumentos e materiais que serão utilizados para modelagem das amostras 32	
4.6	Ensaio de compressão axial	32
4.7	Instrumentos que serão utilizados para realização do ensaio de compressão axial 33	
4.8	Análise de dados do ensaio de compressão axial	33
4.9	Ensaio de tração por compressão diametral.....	34
4.10	Instrumentos que serão utilizados para realização do ensaio de tração por compressão diametral.....	34
4.11	Análise de dados do ensaio de tração por compressão diametral	35
5	Normas que serão utilizadas para realização dos ensaios.....	35
6	Cronograma.....	36
7	orçamento.....	37
8	RESULTADOS ESPERADOS	39
	REFERÊNCIA bibliográfica	40
	Anexo I – Curriculum lattes	44
	Identificação	44
	Endereço	44
	Formação acadêmica/titulação.....	44
	Formação Complementar	44
	Idiomas.....	45
	Identificação	45
	Endereço	45
	Formação acadêmica/titulação.....	46

Formação Complementar	46
2013 - 2013	46

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está entre os ramos que gera maior produção de resíduos para a sociedade, esse descarte se tornou um assunto cada vez mais delicado. A reutilização do resíduo contribuirá diretamente na redução dos impactos ambientais. Aproximadamente 76% dos resíduos sólidos vão parar em aterros sanitários, no qual 17 % deste percentual correspondem ao Politereftalato de Etileno (PET) e outros plásticos (CEMPRE, 2017).

No decorrer dos anos, teve-se um aumento nos estudos e a implantação de novas tecnologias voltadas à construção civil. Em sua maioria direcionada a aplicação no concreto, visando obter melhor desempenho, durabilidade e redução de custos.

O PET já vem sendo estudado como uma alternativa para a substituição de agregados naturais na confecção de concreto, por sere 100% reciclado e possuir alta resistência, com baixo custo de produção, se torna ideal para a fabricação de novos produtos (BETIOLI, 2003).

Freita e Beraldo (2003) propõem o emprego de materiais alternativos na construção civil como uma solução econômica e adequada. Segundo Onuki e Gasperetto (2013), existem no mercado diversos tipos de fibras que quando incorporadas ao concreto proporcionam características que minimizam o comportamento frágil do concreto, no entanto, o custo das mesmas é considerado elevado.

1.1 HIPÓTESE

As fibras têm como papel principal minimizar as fissuras que se formam no concreto, sob as ações de cargas externas, mudanças de temperatura. Devido a sua elasticidade, acredita-se que a incorporação do PET no concreto, venha a ocasionar aumento na resistência à tração reduzindo o fissuramento, justificando as premissas desse projeto.

1.2 JUSTIFICATIVA

O concreto apresenta elevada resistência aos esforços de compressão, no entanto, seu desempenho à tração é ruim. Com isso surge a necessidade de se adicionar um composto que terá por finalidade reforçar a resistência à tração do

concreto, geralmente se utiliza fibras de aço, nylon ou carbono que possui custo elevado. A escolha da fibra do PET reciclado como agregado no concreto tem-se devido a baixo custo de produção, abundância, resistência às ações da água e elasticidade. Essas características proporcionam redução da propagação de fissuras.

Por demonstrar bastante elasticidade, resistência térmica e mecânica, o PET se adapta (teoricamente) muito bem na construção civil, ao mesmo tempo reduz o custo do concreto integrado com fibras se comparado com os outros tipos encontrados no mercado atual, levando também em consideração a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte impróprio.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o comportamento de resistência tração e compressão do concreto confeccionado com adição fibras plásticas de garrafa PET recicladas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a contribuição da incorporação de fibra de garrafa PET como agregado no concreto.
- Verificar a influência dos diferentes teores de dosagens das fibras de PET na resistência à tração e compressão do concreto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A construção civil

3.1 AGLOMERANTES

Aglomerantes são materiais pulverulentos que quando em contato com água formando uma pasta com resistência e capacidade de aglutinar agregados (RIBEIRO; PINTO; STARLING, 2017).

Segundo Ambrozewicz (2012), os aglomerantes são todos os materiais ligantes, ativos, que possuem como principal função unir os grãos do agregado através de uma pasta.

Registros históricos apontam que o material utilizado como aglomerante nas primeiras edificações feitas pelo homem tenha sido a argila. Conforme a evolução das civilizações e o crescimento populacional houve-se a necessidade edificações maiores. Com isso, a busca por materiais que possuíssem maior resistência mecânica e melhor capacidade ligante, levou ao desenvolvimento de aglomerantes compostos como o cimento *Portland*, (DUARTE; BARBOSA, 2008).

3.1.1 Cimento *portland*

Patenteado em 1824, pelo construtor inglês chamado Joseph Aspdin, recebendo como nome cimento *Portland*, recebeu esse nome devido à origem de sua mistura de pedras calcárias e argila com água apresentarem cor e solides semelhantes às rochas das ilhas britânicas de *Portland*. (FERREIRA, 2013).

Conforme a Associação Brasileira de Cimento *Portland* - ABCP (2017), o cimento pode ser definido como um pó fino (Figura 1), com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. A palavra cimento é originada do latim *CAEMENTU*, que indicava na velha Roma sedimentos de pedra proeminente de rochedos. A origem do cimento remonta há cerca de 4.500 anos. As primeiras produções de cimento no Brasil ocorreram por volta de 1888 em uma fábrica instalada na fazenda Santo Antônio, na cidade de Sorocaba-SP.

Figura 1 - Cimento portland



Fonte: Ecivil, (2017)

Ambrozenwicz (2012) e Ribeiro et al. (2017), afirmam que o cimento *Portland* possui aluminatos de cálcio e silicatos em sua composição. Quando misturados com água possibilita a moldagem e apresenta elevada resistência mecânica após endurecer. Os autores comungam que após o endurecimento, a mistura se mantém estável mesmo quando em contato com água sendo classificado como aglomerante hidráulico.

Conforme a ASTM (*American Society for Testing and Materials*), o cimento *Portland* é um material composto e produzido pela moagem do clínquer e é o componente de concretos e argamassas, funcionando como um tipo de cola para manter a areia e cascalho em conjunto. Embora usado pelos egípcios e os romanos, foi redescoberto no início do século XIX e desenvolvido ao longo de décadas, tornando-o um produto técnico. Bauer (2016), Ambrozewicz (2012) e Ribeiro et al. (2017), comungam do mesmo pensamento sobre a importância do cimento *Portland* na construção civil.

3.2 AGREGADOS

Conforme Ribeiro et al., (2017), o nome agregado é uma designação genérica referente aos materiais acrescidos ao cimento, resultando nas argamassas e concretos. De acordo com ACI (*American Concrete Institute*), o agregado é um material granular e inerte, como areia, cascalho, brita, ferro ou escória de alto forno.

Segundo Neville e Brooks (2013) agregados são definidos como um material granular, ou seja, rocha britada, pedrisco, escória de alto-forno, areia entre outros. Possuem custo baixo e compõem aproximadamente 70% do volume total do concreto, desempenhando um papel importante nas obras da construção civil através do ganho de resistência, proporcionando pela ligação e consolidação da mistura do concreto, por isso deve-se atentar a sua qualidade.

Segundo Ribeiro et al., (2017), a adição de agregados no concreto reduz as variações volumétricas e faz com que a retração seja menor, ocasionando aumento na resistência ao desgaste superficial das argamassas e concretos. Ambrozewicz, (2012), afirma que as características mais importantes dos agregados a serem analisados são: resistência à compressão, absorção de água, composição granulométrica, forma, porosidade e textura superficial das partículas.

No quadro 1 pode ser observada as principais utilizações dos agregados.

Quadro 1 - Principais utilizações dos agregados

Areia Artificial e Areia Natural	Assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, embolso, podendo entra na composição de concreto e asfalto.
Pedrisco	Confecção de pavimentação asfáltica, lajotas, bloquetes, intertravados, lajes, jateamento tuneis e acabamentos em geral.
Brita 1	Intensivamente na fabricação de concreto, com inúmeras aplicações, como na construção de pontes, edificações e grandes lajes
Brita 2	Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas
Brita 3	Também denominada pedra de lastro utilizada nas ferrovias.
Brita 4	Produto destinado a obras de drenagem, como drenos sépticos e fossas.
Ranchão, pedra de mão	Fabricação de gabiões, muros de contenção e bases.
Brita graduada	Em base e sub-base, piso, pátios, galpões e estradas.

Fonte: KULAIF, (2001).

3.2.1 Classificação dos agregados

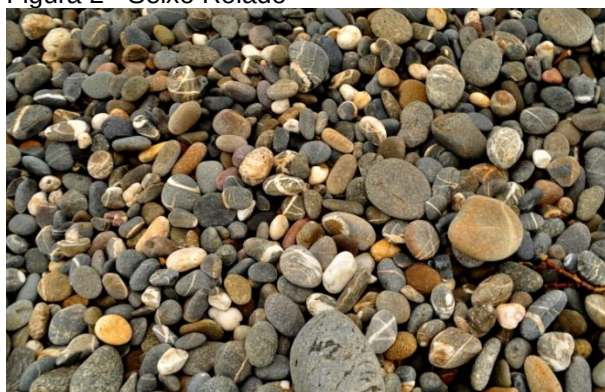
Os agregados são classificados quanto à sua origem, peso específico aparente e dimensões (BAUER, 2016).

3.2.2 Classificação quanto à origem.

Os agregados naturais são os existentes na natureza que já se encontram em forma particuladas (areia, cascalho), geralmente provenientes de jazidas naturais como: praias, dunas, rios e pedreiras. As dimensões e formas desses agregados devem permanecer os originais, podendo ser necessário simples processo de seleção ou lavagem (AMBROZEWICZ, 2012; BAUER, 2016).

É ilustrado na figura 2, um tipo de agregado natural geralmente encontrado nas proximidades de afluentes.

Figura 2 - Seixo Rolado



Fonte: Piso térmico, (2017)

Conforme Onuki e Gasparetto (2013), os agregados artificiais são os materiais obtidos por meio de beneficiamento industriais, onde há a alteração na granulométrica da matéria-prima. Entre eles se encontram: escoria de alto forno, argila, esferas de aço, flocos de isopor, rochas.

Na figura 3 é ilustrado alguns tipos de agregados artificiais.

Figura 3 - Tipos de agregados artificiais



Fonte: Vale do selke,(2017).

Onuki e Gasparetto (2013) ressaltam que a trabalhabilidade do concreto é prejudicada quando se há a substituição total da areia natural pela artificial. Segundo o autor isso se dá em decorrência da areia artificial possuir arestas vivas, grãos angulosos, o que ocasiona o aumento do atrito, provocando menor fluidez do

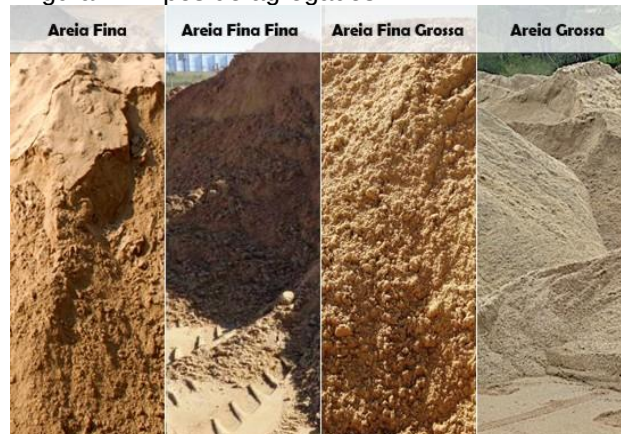
concreto, resultando em um consumo extra de cimento para garantir igual trabalhabilidade.

3.2.3 Classificação quanto às dimensões

Os agregados utilizados no concreto são divididos em dois tipos, agregados miúdos e agregados graúdos. O método mais utilizado para classifica-los é a composição granulométrica, na qual os grãos são separados em diferentes peneiras, cujas aberturas são definidas pela NBR Norma do MERCOSUL- NM 248:2003 Agregados - Determinação da Composição Granulométrica.

Segundo NBR 7211:2009, os agregados miúdos (Figura 4) são todos os materiais de procedência natural ou obtido por fragmentação de rochas, ou a mistura de ambos, onde os grãos fiquem retidos na peneira 0,075 mm e passem pela peneira 4,8 mm.

Figura 4 - Tipos de agregados



Fonte: BS Pisos, (2017).

Para NBR 7211:2009, agregado graúdo é toda brita (Figura 5) ou pedregulho originados de rochas, no qual os grãos passem pela peneira de malha quadrada de abertura 152 mm e que ficam retidos na peneira 4,8 mm.

Figura 5 - Brita 01



Fonte: Britas Chemello, (2017).

3.2.4 Classificação quanto ao peso

Conforme Onuki e Gasparetto (2013), a densidade do material é determinada pelas suas partículas. A relação entre a massa de um determinado agregado e o volume ocupado pelos seus grãos, incluindo-se os vazios, é denominada "massa unitária". Através da massa unitária podemos classificar os agregados em: leves, normais e pesados. A tabela 1 representa a classificação dos agregados quanto à massa unitária.

Tabela 1 - Classificação dos agregados quanto ao Peso

Classificação	Massa por volume ocupado
Leves	Massa unitária: $<1,00 \text{ t} / \text{m}^3$ (Vermiculita, argila expandida, escória e isopor)
Normais	Massa unitária: $1,00 \text{ t} / \text{m}^3 \leq M.U \leq 1,00 \text{ t} / \text{m}^3$ (Areia quartzosa, seixo, cascalho, pedra brita)
Pesados	Massa unitária: $>1,70 \text{ t} / \text{m}^3$ (Hematita, magnetita, barita, limonita)

Fonte – Adaptação de ONUKI e GASPARETTO (2013)

3.3 ADITIVOS

A ABNT NBR 11768:2011, define o aditivo como sendo produtos que adicionados ao concreto em pequenas quantidades, modificam algumas de suas propriedades, e possuem como principal objetivo melhorá-lo para as diversas condições. Os tipos de aditivos incluem: incorporadores de ar; acelerador de pega; retardador de pega; dedutores de água e aditivos para fins especiais, tais como pigmentação, inibidores de corrosão, redutores de encolhimento, misturas para a produção de concreto mais fluido.

As indústrias de aditivos vêm crescendo cada vez mais, por possibilitar a mudança de propriedades do concreto em estado fresco e endurecido, quando se faz a adição de determinados materiais (MEHTA e MONTEIRO, 2014)

Conforme ASTM (*American Society for Testing and Materials, 2017*), os aditivos são substâncias químicas incorporadas ao concreto em seu estado fresco, alterando algumas propriedades, o que o adequa às necessidades construtivas.

3.4 CONCRETO

Segundo a Revista Concreto & Construções (2009), o concreto é o material mais utilizado na construção civil, sendo constituído por cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água. De acordo com os historiadores, os primeiros a fazerem uso desse tipo de material, adicionando *Pozzolona*, foram os romanos.

O concreto é o material mais escolhido entre os engenheiros como elemento estrutural devido a sua trabalhabilidade e alta resistência às ações mecânicas. É obtido pela mistura do cimento, agregados e água (Figura 6), podendo se adicionar alguns aditivos e adições que melhoram o desempenho do concreto (RIBEIRO et al, 2017).

Figura 6 - Concreto convencional



Fonte: Drengenharia, (2017).

O concreto fresco pode se adaptar facilmente aos diversos tamanhos e formas, possibilitando a sua moldagem, o que só é possível por causa da sua consistência plástica (METHA; MONTEIRO, 2008).

Ribeiro et al. (2017), ressaltam que para se obter o concreto é necessário a mistura homogênea da pasta de cimento com os grãos de areia e brita. A produção do concreto pode ser feita de forma manual ou mecânica. A mistura racional de agregado, aglomerante e água, resultam no concreto (AMBROZEWICZ, 2012).

Segundo Mehta e Monteiro (2014), os fatores onde se destaca o uso do concreto em relação ao uso do aço na indústria da construção civil está na versatilidade de obtenção de elementos estruturais, baixo custo, baixa manutenção, resistência à água, rápida disponibilidade no mercado e aumento da resistência ao longo do tempo. Já as estruturas em aço requerem maior manutenção, custo mais elevado na produção e são suscetíveis a corrosão.

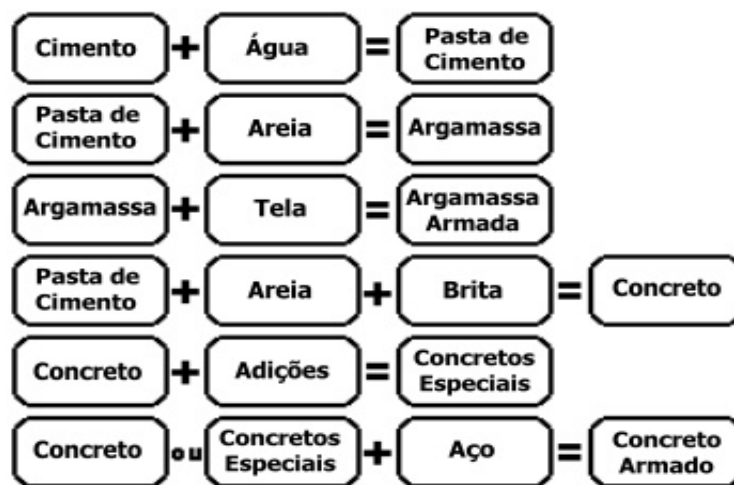
Neto (2009), resalta que o concreto é um material complexo que apresenta aumento de resistência conforme sua maturação, ou seja, o concreto ganha resistência conforme seu envelhecimento.

De acordo com Meneses (2011), nos últimos anos os estudos direcionados ao desenvolvimento e eficácia de concretos buscam melhorar suas propriedades mecânicas e proporcionar economia e velocidade as construções, atendendo os novos requisitos arquitetônicos e a evolução dos processos construtivos, que exigem cada vez mais elementos estruturais esbeltos, leves, de alto desempenho e maior durabilidade do concreto.

Para a produção do concreto, a dosagem da água é de extrema importância, se em quantidade menor do que o necessário, não ativará por total o cimento alterando a produção da pasta e se em excesso, proporciona diminuição na resistência do concreto, este fator se dá devido à formação de poros que existiram após o processo de evaporação da água que se encontra em excesso (PORTAL DO CONCRETO, 2017).

A figura 7 demonstra as etapas de mistura até a obtenção do concreto:

Figura 7- Misturas para produção do concreto



Fonte: Portal do concreto,(2017).

3.4.1 Tipos de concreto

Por possuir diversas aplicabilidades surgiram diferentes tipos de concretos, variam em virtude da sua finalidade (FERREIRA, 2013).

3.4.1.1 Concreto convencional

Possui esse nome devido ao seu método tradicional de “preparo e lançamento” em forma, onde pode ser utilizado para seu preparo o trabalho manual (Figura 8), betoneiras, grua, carrinhos de mão, girica entre outros. Depois de endurecido apresenta resistência que pode variar de 5 a 40 MPa. Este tipo de concreto se tornou amplamente utilizado em obras industrializadas, civis e peças pré-moldadas, isso se dá devido à simplicidade proporcionando economia na obra (PORTAL DO CONCRETO, 2017).

Figura 8 - Concreto Convencional



Fonte: Del Concreto, (2017).

3.4.1.2 Concreto com adição de fibras

Leva em seu preparo a adição de fibras cuja composição varia em virtude do projeto, geralmente sendo aço, nylon ou polipropileno. A escolha desse concreto se dá pela necessidade de se conter a propagação de fissuras, proporcionando o aumento na durabilidade à abrasão, desgaste superficial e melhora na resistência à tração. Este tipo de concreto é geralmente utilizado em pisos, pavimentação de aeroportos e obras especiais (PORTAL DO CONCRETO, 2017).

Na figura 12 é ilustrada os principais tipos de fibras encontradas.

Figura 9 - Tipos de Fibra



Fonte: Cimento Itambe, (2017).

No Brasil a aplicação de fibras no concreto em nível comercial acontece desde a década de 90. Por se tratar de um material compósito possuindo em sua matriz fibras incorporadas, proporciona ao concreto melhorias na tenacidade, ductibilidade, resistência à tração e redução da retração plástica. É aplicado em obras especiais e elementos pré-moldados, pistas de aeroportos, meios fios pré-moldados, pavimentos. As fibras incorporadas no concreto (figura 13), devem ser distribuídas de forma aleatória e descontínua, mantendo o comprimento perpendicular à seção transversal do elemento (MARANGON, 2004).

Figura 10 - Concreto com fibras de nylon



Fonte: Concremix, (2017).

As fibras de alto módulo e alta resistência, que são as fibras de aço, atuam como reforço do concreto endurecido e podem substituir a armadura convencional (ISAIA, 2005).

Deve-se manter ter em mente que esse ganho não é específico e varia em relação a sua dosagem, isto se dá o fato das fibras terem como função primaria minimizar ou mesmo evitar o surgimento de fissuras que comprometeram a estrutura de concreto. O uso das fibras proporciona um aumento na tenacidade ou capacidade de absorção de energia, no qual o decréscimo da tensão é acompanhado por uma grande deformação (BASTOS, 1999).

As principais mudanças observadas nas propriedades do concreto com adição de fibras é a redução da retração plástica, o aumento da tenacidade, da ductilidade, da resistência ao impacto, e um possível aumento da resistência à tração (GALVÃO, 2010).

O teor de fibras adicionadas ao concreto está ligado diretamente à sua capacidade de reforço. Ou seja, quanto maior o teor, maior será a quantidade de fibras atuando como ponte de transferência de tensão por entre as fissuras, o que amplia a resistência pós-fissuração (ISAIA, 2005).

A propagação de tensões no concreto gera fissuras, proporcionando uma “ponte de transferência de tensão”, que é ocasionado pela tração das fissuras existentes no concreto, isso resulta em aumento de energia essencial à ruptura do material e ao controle da propagação de fissuras, esse comportamento é uma característica de um material frágil (SCHETTINO, 2015).

3.5 PET

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do PET- ABIPET (2017), o PET é um poliéster derivado da reação química entre o etileno gliocol e o ácido tereftálico, devido a essa composição. O PET foi desenvolvido pelos químicos Dickson e Winfield em 1941 na Inglaterra, no entanto só teve sua chegada ao Brasil por volta de 1989 (FORMIGONI, 2006).

É um material produzido em larga escala e que nem sempre tem seu descarte correto. É utilizado principalmente para o armazenamento de bebidas e após o consumo, elas acabam sendo destinadas a aterros sanitários (ABIPET, 2017).

3.5.1 Fibra de pet

Devido à necessidade de atender a busca de alternativas de substituição de agregados e/ou de adição de novos materiais que possam proporcionar ao concreto melhorias em suas propriedades e contribuir como uma alternativa de solução para o descarte de resíduos sólidos, a reutilização de resíduos com base polimérica vem aumentando (MENESES, 2011).

O formato e as dimensões das fibras podem influenciar diretamente no desempenho do concreto. As fibras PET podem ser produzidas manualmente, realizando o processo de corte ou trituração, porém não garantem a uniformidade. Um exemplo das fibras utilizadas como reforço no concreto são fibras utilizadas no processo de fabricação de vassouras, com dimensões médias de 200 mm de comprimento e 06 mm de largura (MARANGON, 2004).

Figura 11 – Fibras de PET



Fonte - arquivo próprio, (2015).

O uso de fibra de PET como uma forma alternativa de incorporação no concreto se torna interessante, visto que se trata de um material 100% reciclável, abundante e apresenta um baixo custo (MENESES, 2011).

3.5.2 Caracterização mecânica das fibras

Marangon (2004), realizou a caracterização mecânica das fibras de PET, seguindo NBR 9622/96 (determinação das Propriedades Mecânicas a Tração – Plásticos), no qual foi realizado ensaios com amostras incolores e amostras verdes de PET.

Nos quadros 2 e 3 Marangon (2004), faz a verificação dos valores obtidos no experimento. No qual é apresentado à força de ruptura (FT), deslocamento (ϵ), deformação (ϵ) e o módulo de elasticidade (E), encontrados a partir dos ensaios.

Quadro 2- Tensão e deformação da fibra do PET verde

AMOSTRA	FT (Kgf)	ϵ (mm)	ϵ (%)	E (MPa)
1	23,59	25,43	0,00250	92,5
2	23,52	25,84	0,00250	95
3	22,81	23,71	0,00250	90
4	25,57	30,60	0,00250	92,5
5	22,18	24,80	0,00250	90
6	22,74	25,50	0,00250	55
7	24,44	25,76	0,00250	65
MÉDIA	23,55	25,95	0,00250	82,9

Fonte: MARANGON, (2004).

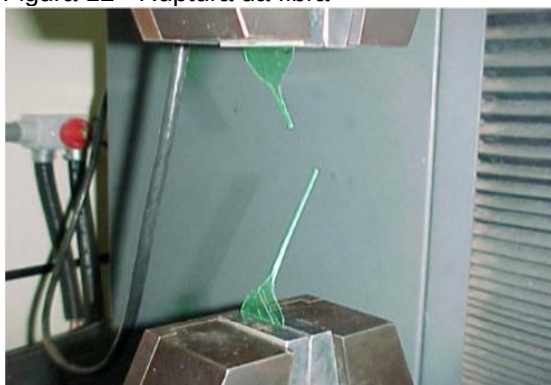
Quadro 3- Tensão e deformação da fibra do PET incolor

AMOSTRA	FT (Kgf)	ϵ (mm)	ϵ (%)	E (MPa)
1	23,73	23,04	0,00250	100,0
2	23,10	26,55	0,00225	94,4
3	22,96	24,13	0,00225	100,0
4	25,36	27,44	0,0025	87,5
5	22,74	24,24	0,0025	95,0
6	22,18	22,03	0,0025	90,0
7	23,94	24,70	0,0025	102,38
MÉDIA	23,43	24,59	0,00239	95,70

Fonte: MARANGON, (2004).

Pode-se notar que Marangon (2004), demonstrou que as forças de ruptura em ambas as amostras são equivalentes, permanecendo entre 23 e 24 kgf. A figura 14 mostra a fibra de PET no momento de ruptura.

Figura 12 - Ruptura da fibra

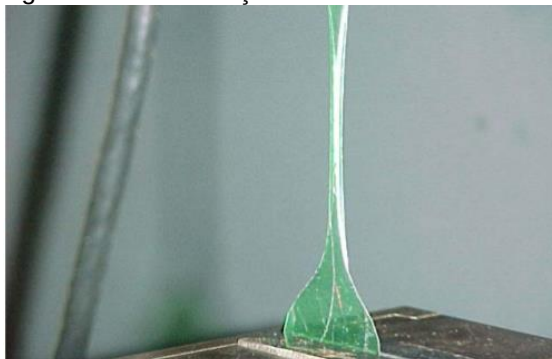


Fonte: MARANGON, (2004).

Foi observado pelo módulo de elasticidade das amostras verdes que elas apresentam maior deformidade que as amostras incolores, deste modo, conclui-se

que o módulo de elasticidade das amostras verdes é um pouco menor do que das amostras incolores. A figura 15 mostra a deformação da fibra.

Figura 13 - Deformação da fibra



Fonte: MARANGON, 2004

4 METODOLOGIA

Para se analisar a viabilidade da incorporação de fibra de garrafa PET como agregado no concreto, será feita uma verificação à resistência do concreto após incorporação das fibras de garrafa PET nos, tal análise será possível através dos ensaios de compressão axial e tração por compressão diametral, no qual se realizara com corpos de provas convencionais (sem adição do PET) e incorporados com PET.

Para **verificação da influência dos diferentes teores de fibras de PET na dosagem do concreto**, com os resultados obtidos nos ensaios de compressão axial e tração (por compressão diametral), onde os corpos de provas confeccionados com diferentes teores de fibras (1%, 3%, 5% e 7% do volume de concreto), por meio de comparação das resistências obtida como os teores de fibra PET existente em cada corpo de prova, relacionando-as.

Essa determinação é baseada nos estudos apresentados por Pereira (2016), onde as proporções que atenderam os limites mínimos da NBR 15823-2:2017 foram de 1%, 2%, 3% 4%. Segundo Pelisser (2002), as proporções de fibras de PET sobre o volume de concreto adotado para aumento na resistência foram de 0,05%, 0,18% e 0,30%.

4.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa laboratorial, no qual será analisado dado obtido por meios de ensaios.

4.2 LOCAL DA PESQUISA

Será realizada nos laboratórios de materiais de construção e no de laboratório de solos localizados no ITPAC Porto Nacional - TO.

4.3 MOLDAGEM DAS AMOSTRAS

Serão realizados ensaios de resistência à compressão axial, resistência à tração por compressão diametral e todos os ensaios seguirão as Normas Técnicas Brasileiras (NBR). O cimento utilizado nos ensaios será utilizado cimento CP-II.

Primeiramente deve-se fazer a determinação da quantidade de materiais a ser utilizado nos ensaios, para isso será aplicado o método de ACI com intuito de obter o traço que possibilitará saber o quantitativo de materiais que serão utilizados para a confecção dos corpos de prova, como: areia grossa, brita nº1, cimento, graxa, desmoldante, garrafa PET.

4.4 PROCEDIMENTO

Com a quantidade de materiais já estipulada será dado início a confecção das fibras de garrafa PET, que de forma manual com auxílio de uma tesoura será cortado em tiras, após a quantia desejada de fibras, deverá ser realizado o transporte do material para o laboratório de materiais do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos - ITPACPORTO, onde será realizada a classificação e seleção dos agregados graúdos e miúdos, através do ensaio de granulométrica onde o agregado graúdo e miúdo será colocado separadamente no jogo de peneiras com o auxílio de colher de solos quadrada, após agitação das peneiras é coletado para o ensaio somente o material de dimensões desejadas. O ensaio de granulometria deverá ser realizado a uma temperatura ambiente, e sua pesagem deverá ser feita através de uma balança com sensibilidade de 0,01g.

Após este procedimento os materiais selecionados serão levados para o laboratório de solos II do ITPACPORTO, onde se obterá o peso seco dos agregados. Contudo será transportado para o laboratório de práticas para se dar início a confecção do concreto na betoneira.

Para realização do traço convencional deve-se: primeiramente antes de rodar o concreto na betoneira, deve-se fazer a separação e preparação dos moldes do corpo de prova, placa de fixação e cone para ensaio slump, haste vibratória para abatimento do concreto. Devera se adicionar o agregado graúdo (brita) na betoneira deixa rodar por 2 minutos em seguida se adiciona a metade da água, deixando rodar na betoneira por mais 1 minuto, após este tempo adiciona o agregado miúdo (areia), fibras e o cimento (dosagem correta) deixe rodar mais algum tempo (1 a 2 minutos) com o intuito de se forma mistura homogênea, depois se adiciona a metade final da água e deixe rodar por mais 4 minutos, lembrando-se de manter a betoneira em movimento (movimentando-a pra cima e pra baixo) para se realizar uma mistura mais homogênea, após este tempo a betoneira deverá confeccionar o cone para teste slump. Obtendo o resultado do teste slump, prosseguir para a moldagem nos corpos de prova no qual deverá ficar em repouso por no mínimo 24 h até obter consistência rígida.

Para os corpos de provas incorporados com fibras de PET: Deve ser utilizado os mesmo métodos adotados para realização do traço de concreto convencional, modificando apenas a parte da rolagem do concreto, onde se devera adicionar as dosagens de fibras de PET (conforme o teor de cada traço) durante a mistura dos agregado graúdo com a pasta cimentícia, este procedimento deverá ser realizado apenas com a adição de fibras na betoneira durante a rolagem do concreto após mistura homogênea deverá segui mesmo procedimento do concreto convencional, lembrando que na desmoldagem dos corpos de prova, é necessário verificar as dimensões e deformações (desplacamento, irregularização do Corpo de prova).

Depois disso os corpos de provas deveram ser catalogados (identificados) com nome, data de confecção, idade para rompimento. Após isso deverá ser levado os corpos de prova para o laboratório de materiais já catalogados para cura em imersão de água (cura na pior situação). Após os dias previsto de cura que são 7, 14, 21, 28 dias deverão ser realizados os ensaios de compressão axial e tração por compressão diametral.

4.5 INSTRUMENTOS E MATERIAIS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA MODELAGEM DAS AMOSTRAS

Para confecção dos corpos de provas, deverão ser utilizados moldes cilíndricos de 10 x 20 cm, utilizando uma betoneira de 90 litros para obtenção do traço, devendo-se transferir a mistura para os moldes cilíndricos de 10 x 20 cm, com o auxílio de uma colher de pedreiro deve-se realizar a regularização da superfície do corpo de prova. Para verificação de slump, deve-se utilizar uma haste de adensamento padronizado para nivelar a superfície do cone. O colocado sobre a placa base para o abatimento. Utilizando uma marreta emborrachada para auxiliar na desmoldagem dos corpos de prova, após este procedimento deverá realizar a identificação de cada um com o auxílio de um pincel e em seguida com o auxílio de uma balança realizar a pesagem dos corpos de prova.

4.6 ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL

Para o ensaio de compressão axial, deverão ser retirados os corpos de prova do tanque de cura e encaminhado para as prensa (dica: envolver os corpos de provas com papel filme, a fim de prevenir a sujeira após o rompimento do mesmo), para fixação do corpo de prova se utilizara como auxilio pra fixação pratos de aço (Figura 17) que servirão para centralização da amostra com a prensa e para melhor distribuição das cargas, após preparo de Corpo de prova na máquina se dá início ao ensaio, ativa a prensa pra realizar o carregamento até ruptura do C.P., quando o C.P chegar a ruptura é necessário fazer a coleta de dados (valor obtido na prensa). Fazer o mesmo procedimento descrito para todos os outros corpos de prova conforme os dias descritos para ensaio.

Figura 14 – Representação do corpo de prova nos pratos de aço



Fonte: Borracha São Paulo, (2017).

4.7 INSTRUMENTOS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL

Para realização do ensaio de compressão axial, deverá se utilizar prensa, prato de aço e disco de neoprene.

4.8 ANALISE DE DADOS DO ENSAIO DE COMPRESSÃO AXIAL

Após os resultados obtidos através do ensaio será feito a determinação da resistência de compressão axial, com aproximação de 0,05 MPa que deverá ser calculado pela expressão:

$$f_c = \frac{F_c}{A_{cp}}$$

Equação 1

Onde,

f_c = resistência à compressão axial, em MPa.

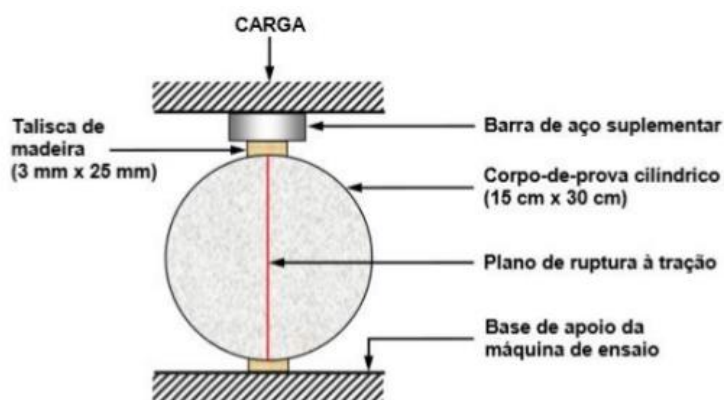
F_c = carga máxima obtida no ensaio, em N.

A_{cp} = área de aplicação de carga no corpo de prova

4.9 ENSAIO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Para o ensaio de tração diametral (Figura 18), deverá ser retirado os corpos de prova separados do tanque de cura e encaminhado para as prensa, para fixação do corpo de prova se utilizara como auxilio pratos metálicos (200 x 400mm) onde se utilizará ripas de madeira (seção transversal 15 x 5 mm) ou tiras de papelão, estas tiras que terá como função impedir o deslocamento lateral minimizar os efeitos causado pelo contato direto da prensa com o C.P., deve-se marca uma linha perpendicular nas duas extremidade do C.P. que terão como finalidade facilitar a análise de fissuramento do mesmo. Após isso deverá colocar os C.P. na base fixadora no sentido horizontal dando início ao ensaio ativando a prensa, até a ruptura do C.P. Após tal ruptura, devera coletar os dados (valor de esforço de para ruptura do C.P) e determina a resistência do C.P.

Figura 15 - Demonstração ensaio de tração por compressão diametral



Fonte: Slideshare, (2017).

4.10 INSTRUMENTOS QUE SERÃO UTILIZADOS PARA REALIZAÇÃO DO ENSAIO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Para apoiar o corpo de na prensa deve-se utilizar pratos metálicos (200 x 400 mm), onde ripas de madeira (seção transversal de 15 x 5 mm), ou tiras de papelão, que terá como função impedir o deslocamento lateral. Se necessário utilizar cronômetro digital para ajuste de velocidade de compressão.

4.11 ANÁLISE DE DADOS DO ENSAIO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL

Após tal ruptura, devesse coletar os dados para determinação de resistência à tração por compressão diametral, com aproximação de 0,05 MPa através da seguinte equação:

$$f_{ct} = \frac{2 * F_c}{\pi * d * h}$$

Equação 2

Onde,

f_{ct} = resistência à tração por compressão diametral, em MPa;

F_c = carga máxima obtida no ensaio, em N.

d = diâmetro do corpo de prova, em mm.

h = altura do corpo de prova, em mm.

5 NORMAS QUE SERÃO UTILIZADAS PARA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Normas para a realização dos procedimentos experimentais deverão ser utilizadas as seguintes normas:

NBR 5738, Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

NBR 5739, Concreto – Ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos.

NBR 7680, Concreto – Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto.

NBR 7222, Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.

6 CRONOGRAMA

CRONOGRAMA TCC I / II

EVENTO	Ano 2017/02					Ano 2018/01				
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Fev	Mar	Abri	Mai	Jun
Escolha do tema do projeto de pesquisa										
Seleção de professor orientador										
Levantamento bibliográfico										
Seleção de artigos para elaboração do projeto										
Elaboração do projeto de pesquisa										
Apresentação do projeto de pesquisa para banca examinadora										
Entrega da versão final da 1ª etapa										
Compra de materiais e preparo das fibras de garrafa PET										
Moldagem dos corpos de prova										
Ensaio laboratório										
Interpretação dos resultados										
Apresentação do TCC para banca examinadora										
Entrega da versão final da 2ª etapa										

7 ORÇAMENTO

ORÇAMENTO ESTIMADO TCC I / II

CATEGORIA: Gastos com Recursos Materiais			
ITENS	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
Resma de papel A4	01 resma	21,90	21,90
Pasta fina transp.	02 un	6,90	13,80
Caneta azul	02 un	0,83	1,66
Caneta preta	01 un	0,83	0,83
Lápis Preto	01 un	0,26	0,26
Xerox	70 un	0,25	17,50
Encadernação	06 un	3,50	21,00
Impressão	462 un	1,00	462,00
Garrafa PET	150 un	0,80	120,00

Notbook	01 un	2000,00	2000,00
Tesoura	1 un	8,75	8,75
Gasolina	123 L	4,00	492
Graxa	4 un	12,00	48,00
Cimento	1 sc	30,00	30,00
Areia grossa	1 m ³	80,00	80,00
Brita 01	1 m ³	100,00	100,00
SUBTOTAL			3.417,70

8 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que haja possibilidade de unir um material largamente utilizado como o concreto com um material de fácil acesso como o PET com preço acessível que é produzido em massa, obtendo-se um produto que poderá ser utilizado em diversas obras. Suprindo a demanda por materiais de baixo custo na construção civil e definindo novas destinações para as garrafas PET evitando a poluição do meio ambiente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMBROZEWICZ. Paulo Henrique Laporte. **Materiais de construção**. PINI, São Paulo, 2012.

Associação brasileira de cimento *portland* (ABCP). Pesquisa via site: <<http://www.abcp.org.br>>. Acesso em 09.nov.2017.

ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br>>. Acesso em: jun. 2017.

ARAÚJO, José Hilton Bernardino de; BOLZANI, Hugo Renan; FRANCO, Janaina de Melo et al. **Utilização de polietileno de alta densidade (PEAD) como agregado em substituição a areia na produção de concreto**. Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – SIMPGEU. Maringá – PR. 2009.

BETIOLI. Andrea M. **Degradação de fibras de pet em materiais à base de cimento *portland***. IF-SC, Florianópolis, 2003.

BAUNER, L.A. Falcão. **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO**, 1ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2016.

BETIOLI. Andrea M. **Avaliação da degradação de fibras de pet em solução de hidróxido de cálcio**. IF-SC, Florianópolis. 2002.

CEMPRE – Reciclagem: Ontem, Hoje, Sempre. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. Caderno de Reciclagem N° 2. Disponível em: <www.cempre.org.br> Acesso em: 09.nov.2017.

CORÓ. A. G. **Investigação das propriedades mecânicas de concretos reforçados com fibras pet**. Monografia. Departamento de Tecnologia da UNIJUI – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 64p. Ijuí. 2002.

CARVALHO, João Dirceu Nogueira de. **Sobre as origens e desenvolvimento do concreto**. Revista Tecnológica, Maringá, v. 17, n., p.95-112, 23 mar. 2008.

DUARTE, Rogério; BARBOSA, Luísa A. G. **Apostila 3 – aglomerantes ST304**. CESET/UNICAMP. Limeira. 2008. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/79892346/ST304-Apostila-3-Aglomerantes>> acessado 13 nov. 2017

FORMIGONI, Alexandre. **Reciclagem de PET no Brasil**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Paulista, São Paulo, 2006.

FERREIRA, Bruno Roque. **Utilização de pet como material alternativo na composição de concreto**. Trabalho de Ciência dos Materiais. Faculdade Pitágoras. Londrina. 2013

GOMES, Ricardo Adriano Martoni; CARVALHO, Willian Cle. **Aplicação de fibras de garrafa pet como agregado estrutural do concreto**. UNISEB COC, Ribeirão Preto, SP. Disponível em <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=3636&numeroEdicao=19>>. Acesso em: 16/11/17.

GALVÃO, José Carlos Alves. **Uso de materiais poliméricos reciclados em estruturas de concreto para superfícies hidráulicas**. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Ciências dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. 1. ed. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2005. v. 2. 1579p. IBRACON, 2005, pp.11941225. 3. CONCRETO COM FIBRAS

JUNIOR, Eduardo Sydeny D.; ROCHA. Luiz Felipe S. **Estudo de concreto com adição de fibra de polipropileno para controle da fissuração**. CCET UNAMA, Belém, 2011.

KULAIF, Yara. **Análise dos mercados de matérias-primas minerais: estudo de caso da indústria de pedras britadas do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2001.

MACHADO, Maria Aparecida Tommaselli Chuba; OLIVEIRA, Kaline Araujo de. **Verificação da durabilidade de concretos produzidos a partir de garrafas pet**. 8º ENEPE - UFGD. 5º EPEX UEMS. UFGD-FAEN. Dourados-MS. 2014.

MARANGON, Ederli. **Aspectos do comportamento e da degradação de matrizes de concreto de cimento *Portland* reforçados com fibras provenientes da reciclagem de garrafa pet**. Monografia. Programa de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 74p. Ijuí, 2004.

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. Tradução da 3ª ed.em inglês. São Paulo, 2008; IBRACON.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **CONCRETE, Microstructure, Properties and Materials**. McGraw-Hill, 2006

MEHTA, P.K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª ed. São Paulo, 2014; IBRACON.

MENESES, Ilzenete Andrade. **Avaliação de concreto com adição de fibras de pet submetido a altas temperaturas**. Natal, RN, 2011.

NEVILLE, A. M., BROOKS, J. J., **Tecnologia do concreto**, 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 440p.

ONUKE, Michelle Akemi fatiga; GASPARETTO, Patrycia Alberton. **Comparativo das propriedades do concreto no estado fresco e endurecido com adição de fibras de aço e de polipropileno**. Monografia do Curso Superior de Tecnologia em Concreto do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba. 2013.

PRADO, Frederico Formenti Thomaz de Souza. **Análise do comportamento mecânico do concreto com adição de fibras de lata de alumínio e aço**. Monografia. ITPAC Porto Nacional, 2011.

PELISSER, Fernando. **Avaliação do desempenho de concreto reforçado com fibras de polietileno tereftalato (pet)**. UFSC. Florianópolis, 2002.

PEREIRA, Jonatha Roberto. **Análise da produção de concreto auto adensável (caa) e da adição do pó de poli tereftalato de etileno (pet) reciclado**. Dissertação (mestrado) - UNICAMP, São Paulo, 2016.

PROVENZANO, Thaís Lohmann. **Desenvolvimento de sistema construtivo em painéis pré-fabricados de argamassa e garrafas plásticas para habitação de interesse social**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2006.

PELISSER, F. **Avaliação do desempenho de concreto reforçado com fibras de polietileno tereftalato (PET)**. Dissertação (Mestrado) – Pós-graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina. 127p. Florianópolis\SC. 2002.

PABLOS, Javier Mazariegos. **Estudo para a reutilização do resíduo sólido constituído pelas areias de fundição aglomeradas com argila, através da técnica de solidificação/estabilização em matrizes de cimento Portland, para aplicação no setor da construção civil**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

PIETROBELLI, E. R. **Estudo de viabilidade do PET reciclado em concreto sob aspecto da resistência a compressão**. 71p. Universidade Comunitária da região de Chapecó – UNOCHAPECO. 2010.

RIBEIRO, Couto Carmen; PINTO, Joana Darc Silva; STARLING, Tadeu. **Materiais de construção civil**. 4. ed. rer. Belo Horizonte. UFMG, 2017.

REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÕES, 2009. Disponível em: http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf. Acesso em: 13 nov. 2017

SILVA et al. **Aplicação de fibra de coco em matrizes cimentícias**. REGET/UFMS. v(8), nº8, p.1555-1561. Santa Maria- RS. 2012. Disponível: <<http://dx.doi.org/10.5902/223611706096>> acessado 13 nov. 2017

SCHETTINO, Rômulo Marczuk. **Concreto com adição de fibras de politereftalato de etileno**. Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Materiais. Volta Redonda. 2015.

SABENDO UM POUCO MAIS SOBRE CONCRETO. Portal do concreto. Disponível em: <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/tipos>. Acesso em: 09. Nov. 2017.

FREITA, Wesley Jorge; BERALDO, Antonio Ludovico. **Tecnologias e materiais alternativos de construção**. UNICAMP. Campinas-SP, 2003.

TAVARES, Maria Flávia de Figueiredo. **Pós-Coco- Agregação de valor na cadeia produtiva do coco verde**. ESPM-SP. 2010. Disponível em: <http://www2.espm.br/sites/default/files/pos-coco_0.pdf> acessado 13 nov. 2017.

VIEGAS, Leila Soares. **Blocos para execução de alvenaria de vedação empregando garrafas PET: Avaliação Mecânica e termo-acústica**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. João Pessoa, PB. 2012.

ANEXO I – CURRICULUM LATTES

Acadêmico:



Fernando Batista da Rocha Jorge

Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/6983490686339789>
atualização do currículo em 29/08/2017

Tem experiência na área de alinhamento de veículos. Estou sempre interessado e aprender mais sobre tudo.

(Texto informado pelo autor)

IDENTIFICAÇÃO

Nome	Fernando Batista da Rocha 
Nome em citações bibliográficas	JORGE, F. B. R.

ENDEREÇO

Endereço Profissional	Pneus Rocha. AV: Luis leite ribeiro centro 77500000 - Porto Nacional, TO - Brasil Telefone: (063) 33637657
-----------------------	---

FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO

2013	Graduação em andamento em Engenharia Civil. ITPAC Porto Nacional, ITPAC PORTO, Brasil.
2013 - 2013	Curso técnico/profissionalizante em Mecânico Alinhador. Alinha Car, ALINHA CAR, Brasil.
2012 - 2012	Curso técnico/profissionalizante em Curso Teórico Piloto Privado de Avião. Aeroclube de Porto Nacional, SBPN, Brasil.
2010 - 2012	Ensino Médio (2º grau). Colégio Estadual João da Silva Guimarães, TO, Brasil.

FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

2013 - 2013	Alinhamento e balanceamento. (Carga horária: 42h). Alinha car, ALINHAR CAR, Brasil.
2012 - 2012	Teorico Piloto Privado de Avião. (Carga horária: 300h). Aeroclube de Porto Nacional, SBPN, Brasil.

IDIOMAS

Português
Espanhol

Compreende Bem, Fala Bem, Lê Bem, Escreve Bem.
Compreende Razoavelmente, Fala Razoavelmente, Lê Razoavelmente, Escreve Razoavelmente.

Inglês

Compreende Pouco, Fala Pouco, Lê Razoavelmente, Escreve Razoavelmente.

Página gerada pelo Sistema Currículo Lattes em 21/11/2017 às 8:02:47

Orientador:



Diogo Pedreira Lima

Endereço para acessar este CV:
<http://lattes.cnpq.br/7967728577417186> Última
atualização do currículo em 03/03/2017

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (2004). Especialização em Geoprocessamento e georreferenciamento aplicado em planejamento urbano e rural e Mestrado em Engenharia Ambiental voltado para recursos hídricos e saneamento. Tem mais de 10 anos de experiência na área de Recursos Hídricos e Saneamento, atuando principalmente nos seguintes segmentos: Saneamento, Mineração e Indústrias. É professor e coordenador adjunto do curso de Engenharia Civil na FAPAC/ITPAC Porto Nacional. (Texto informado pelo autor)

IDENTIFICAÇÃO

Nome	Diogo Pedreira 
Nome em citações bibliográficas	LIMA, D. P.

ENDEREÇO

Endereço Profissional	ITPAC Porto Nacional, FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS. Rua 02 S/N o Jardim dos Ypes s 77500000 - Porto Nacional, TO - Brasil Telefone: (063) 33639600 URL da Homepage: http://www.itpacporto.com.br/
-----------------------	---

FORMAÇÃO ACADÊMICA/TITULAÇÃO

2014 - 2016 Ambienta.	Mestrado profissional em Mestrado Profissionalizante em Engenharia
	Universidade Federal do Tocantins, UFT, Brasil. Título: Caracterização de lodo da Estação de Tratamento de Água - ETA 006, no município de Palmas, para incorporação do resíduo como agregado na construção civil em elementos de telhas vermelhas, Ano de Obtenção: 2016. Orientador: Aurélio Pessoa Picanço. Coorientador: Rose Mary Gondim Mendonça. Palavras-chave: lodo; destinação final; Estação de Tratamento de Água. Grande área: Engenharias Setores de atividade: Esgoto e atividades relacionadas; Captação, tratamento e distribuição de água; Coleta, tratamento e disposição de resíduos; recuperação de materiais. Especialização em GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO PLANEJAMENTO URBANO E.
2010 - 2012 URBANO E.	(Carga Horária: 360h). Universidade Cruzeiro do Sul, UNICSUL, Brasil. Título: Uso do geoprocessamento como ferramenta em planos de emergência para a atividade de saneamento. Orientador: Carlos Eduardo A. Russo. Graduação em Engenharia Ambiental.
1999 - 2004	Universidade Federal do Tocantins, UFT, Brasil. Título: Caracterização ambiental e programa de recuperação da área que margeia o Campus Universitário de Palmas ? UFT pelo lago da UHELajeado. Orientador: José Torquato Carolino.

FORMAÇÃO COMPLEMENTAR

2015 - 2015 horária: 11h). ITPAC Porto Nacional, ITPAC PORTO, Brasil.	Semana de planejamento e Formação Continuada 2015/2 da FAPAC. (Carga
2013 - 2013	Direção Defensiva. (Carga horária: 2h). Foz Saneatins, FOZ, Brasil.
2013 - 2013	Gestão de Projetos. (Carga horária: 24h).
2012 - 2012	Síntese Consultoria e Gestão de Negócios Ltda, SÍNTESE, Brasil. Direção Defensiva. (Carga horária: 10h).
2012 - 2012 Agência Nacional de Águas, ANA, Brasil.	Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte, SENAT, Brasil. Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos. (Carga horária: 10h).
2012 - 2012	Curso Excel 2007. (Carga horária: 15h).
2012 - 2012	Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - TO, SENAC/TO, Brasil. Formação de Brigadistas. (Carga horária: 16h).
2012 - 2012	Corpo de Bombeiros Militar do Tocantins, CBMTO, Brasil. NR 23 - Proteção contra Incêndio. (Carga horária: 4h). Companhia de Saneamento do Tocantins, SANEATINS, Brasil.
2012 - 2012 24h).	Formação de Auditores Internos ISO14001:2004/OHSAS. (Carga horária: 24h). Quality Supply Assessoria Empresarial, QUALITY, Brasil.

2011 - 2011	Modelagem de Qualidade de Água em Rios e Reservato. (Carga horária: 8h). Associação Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, Brasil.
2011 - 2011	Elaboração de Projetos para Captação de Recursos. (Carga horária: 8h). Federação das Indústrias do Estado do Paraná, FIEP, Brasil.
2011 - 2011	Curso de Avaliação Ambiental Estratégica. (Carga horária: 16h). Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, SEMADES, Brasil.
2010 - 2010	Dimensionamento de Bombas Submersas. (Carga horária: 6h). Bombas Leão, BOMBAS LEÃO, Brasil.
2009 - 2009	Construção da base ottocodificada para as bacias h. (Carga horária: 40h). Governo do Estado de Tocantins, GOVERNO/TO, Brasil.
2009 - 2009	Formação de auditores conform a NBR ISO 19011:2002. (Carga horária: 20h). QualyPro Tecnologia LTDA, QUALYPRO, Brasil.
2008 - 2008	Brigada de combate a incêndio. (Carga horária: 20h).
Fatec Senai Roberto Mange, SENAI, Brasil.	
2005 - 2005 horária: 250h).	Extensão universitária em Programa Trainee em Meio Ambiente. (Carga horária: 250h).
2004 - 2004	Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, FBPN, Brasil. Auto Cad - Mód.2. (Carga horária: 40h). Escola Técnica de Brasília, ETB, Brasil.
2004 - 2004	Auto Cad - Mód. 1. (Carga horária: 40h). Escola Técnica de Brasília, ETB, Brasil.
1995 - 1995	Operador de microcomputador. (Carga horária: 51h). Transdados Informática e sistemas, TRANSDADOS, Brasil.