



## Pre-molded plates with recycled polyethylene terephthalate (PET) material for footwear in Manaus city

Michelle Morais de Lima<sup>1</sup>, Charles Brito Ribeiro<sup>2</sup>, Darlei dos Anjos Lavor<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Laureate International Universities (UNINORTE). Av. Joaquim Nabuco, 1270, Centro, Manaus – AM Brasil, CEP:69020-030.

Email: [michelli\\_@msn.com](mailto:michelli_@msn.com); [charles.brito@atresprojects.com](mailto:charles.brito@atresprojects.com); [darleilavor27@gmail.com](mailto:darleilavor27@gmail.com)

Received: August 14<sup>th</sup>, 2017

Accepted: September 25<sup>th</sup>, 2017

Published: September 30<sup>th</sup>, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



### ABSTRACT

The Getulio Vargas avenue in Manaus, connects the downtown area to the other neighborhoods with the extension of 1.5 km. The study of this article aims at the reform of the central bed of the avenue for being in conditions pitiful and without maintenance since the year of 2013. The goal of this article is to plan a dosage of concrete with Polyethylene Terephthalate (PET) ground for the manufacture of pre-molded slabs for central bed Avenue, that is considered one of the most beautiful of the city. This article also presents materials and methods according to the technical standards of ABNT and ABCP, such as schedule of activities and budget for the characterization of materials in the production of concrete with crushed PET; in addition to the budget of the placement of the plates in the central bed of Avenue; and finally, a sketch of how the Avenue will be after the completion of the work..

**Keywords:** Residue, PET, Concrete, Pre-molded plate.

### Placa pré-moldada com material reciclado de politereftalato de etileno (PET) para calçadas da cidade de Manaus

#### RESUMO

A Avenida Getúlio Vargas localizada no município de Manaus, interliga o centro da cidade para outros bairros com a extensão da via de 1,5 km. O estudo deste artigo visa a reforma do canteiro central da avenida por estar em condições lastimáveis e sem manutenção desde o ano de 2013. O objetivo deste artigo é planejar uma dosagem do concreto com Politereftalato de Etileno (PET) triturado para a fabricação de placas pré-moldadas para a calçada central da avenida, que é considerada uma das mais bonitas da cidade. Este artigo também apresenta materiais e métodos aplicáveis conforme as normas técnicas da ABNT e da ABCP, tais quais: cronograma de atividades e orçamento para a caracterização dos materiais na produção do concreto com PET triturado; além do orçamento da colocação das placas no canteiro central da avenida; e por fim, um croqui de como a avenida ficará após a conclusão da obra.

**Palavras Chaves:** Resíduo, PET, Concreto, Placa pré-moldada.

#### I. INTRODUÇÃO

A procura por materiais recicláveis que sejam mais resistentes e que tenham uma vida útil mais prolongada para substituir os materiais naturais como agregados na confecção de concreto vieram revolucionar composições de dosagem para que os recursos naturais fiquem como segundo plano trazendo sustentabilidade ao empreendimento [1]. A utilização das fibras era vista como um “remédio” para todos os problemas encontrados nas estruturas de concreto, porém isso é incorreto,

pois as fibras resultam num melhor comportamento do concreto, nunca resolvendo o problema envolvido, como por exemplo, o aparecimento de fissuras. A retração é um fenômeno que ocorre principalmente pela variação de temperaturas, pode influenciar diretamente no volume do concreto logo após seu lançamento e durante toda sua vida.

A retração hidráulica e a retração plástica são fenômenos em que devido à perda de água acarretam no aparecimento de fissuras [2]. Em contrapartida à utilização das fibras, está na grande limitação de não haver um método reconhecido de

dosagem para controle de fissurações. E também, ainda não possuem métodos mundialmente reconhecidos de ensaio de controle. Sua dosagem ainda é empírica, com consumo de  $0,9\text{kg/m}^3$  (0,1% de volume).

Além da composição clássica do concreto (areia, brita ou seixo, cimento e água), hoje em dia existe um leque de opções de materiais com fibras dentro dessa composição, onde são classificados conforme a sua origem chamados de Concreto Reforçado com Fibras (CRF).

As fibras de polipropileno apresentam algumas propriedades, de acordo com o Boletim Técnico Nº 3 de 2002 - Fitesa, tais como: controle da retração do concreto, redução da reflexão em concreto projetado, concreto resistente ao fogo e o uso no controle e redução de exsudação [3]. A fibra é uma fase compósita, a outra fase é denominada matriz. As fibras atuam no reforço das matrizes devido a suas propriedades [4].

Diante de um cenário amplo dos tipos e da classificação de materiais recicláveis e da sua reutilização, a área da construção civil, apesar de ser a maior geradora de resíduos sólidos, criou em uma falange de opções da reutilização desses resíduos e suas aplicações, principalmente em artefatos de cimento como os diversos tipos de concreto, telhas, placas pré-moldadas, lajes e etc.

A ideia de um sistema construtivo no qual são empregados componentes pré-fabricados, que seriam montados na obra e ligados com grautes e/ou concreto moldado no local para formar as estruturas e fechamento da construção, de forma integrada com as instalações [5]. A definição mais evidente para concreto pré-moldado é um concreto que é moldado e curado em um local que não é o seu destino final [6].

Para ter uma perspectiva melhor desse projeto, será desenvolvido um planejamento e, por como proposta para as melhorias das calçadas da cidade de Manaus, tanto em durabilidade quanto em custos; a confecção de um concreto com o PET triturado para atender as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O objetivo é apresentar essa proposta para que possa ser mais durável, com baixo custo e fácil aplicação.

A avenida escolhida para esse projeto é uma das principais avenidas da cidade e considerada uma das mais bonitas. A Avenida Getúlio Vargas interliga o centro da cidade para outros bairros do município de Manaus com 1,5km de extensão da via. O estudo tem como foco o canteiro central da avenida por estar em condições lastimáveis e sem manutenção desde o ano de 2013.

## II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este artigo está fundamentado em referências teóricas que puderam proporcionar uma literatura de linguagem técnica e que contribuíram para a pesquisa e elaboração do tema.

### II.1 CIMENTO PORTLAND E SUAS CARACTERÍSTICAS

O cimento Portland é obtido pela pulverização de clínquer constituído essencialmente de silicatos hidratados de cálcio, com uma certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam seu emprego [7]. O cimento Portland é o material de construção de mais extenso uso no mundo [8]. O clínquer em pó tem a peculiaridade de desenvolver uma reação química em presença de água, na qual ele, primeiramente, torna-se pastoso e, em seguida, endurece, adquirindo elevada resistência e durabilidade. Essa característica adquirida pelo clínquer, que fez

dele um ligante hidráulico muito resistente, é sua propriedade mais importante. Depois de endurecido mesmo que seja novamente submetido a ação da água, o cimento Portland não se decompõe mais.

### II.2 AGREGADOS (MIÚDO E GRAÚDO).

Agregado é a denominação genérica dada aos materiais que são acrescentados ao cimento e à água para se obterem as argamassas e os concretos [9]. Também pode ser definido como material granular, de dimensões adequadas para o uso em engenharia como por exemplo base para pavimento, drenos, lastros de ferrovias, gabiões, argamassas e concreto [10].

Os agregados para concreto de cimento Portland normalmente são originários de fontes naturais não renováveis, e seu uso é extremamente elevado em todo mundo [11].

Os agregados podem ser classificados quanto à sua origem (naturais, artificiais e industrializados), quanto a sua composição mineralógica (sedimentares, ígneas e metamórficas), às dimensões de suas partículas (miúdo e graúdo) e etc. A finalidade da utilização deles pode ser técnica, para aumentar a resistência mecânica das argamassas e diminuir a retração do concreto.

Na Tabela 1, encontra-se a classificação dos agregados conforme a sua massa específica:

Tabela 1: Classificação dos agregados quanto à massa específica.

Classificação	Massa Específica (M.E.)
Leves	$M.E. < 1000 \text{ kg/m}^3$
Médios	$1000 \leq M.E. \leq 2000 \text{ kg/m}^3$
Pesados	$M.E. > 2000 \text{ kg/m}^3$

Fonte: Autores, (2017).

### II.3 POLITEREFTALO DE ETILENO (PET).

Em 1946, Whinfield e Dickson descobriram o poli (tereftalato de etileno) PET, o qual apresenta alta temperatura de fusão ( $\sim 265^\circ\text{C}$ ) e alta estabilidade hidrolítica devido à presença de anéis aromáticos na cadeia principal [12]. Atualmente, o PET é um dos termoplásticos mais produzidos no mundo, alcançando no final da década de 90 uma produção mundial em torno de  $2,4 \times 10^{10}$  kg. No Brasil, a principal aplicação do PET é na indústria de embalagens (71%) [13]. Sua aplicação como embalagem tem gerado uma grande quantidade de rejeitos urbanos, despertando grande interesse no reaproveitamento desse material a partir de processos de reciclagem [14]. Do total de PET consumido no Brasil, somente cerca de 21% é efetivamente reciclado, apesar do PET ser um dos componentes mais presentes no lixo plástico no Brasil [15].

As aplicações do PET são: fibras têxteis (67%), embalagens processadas por injeção-sopro (24%), filmes biorientados (5%) e polímeros de engenharia (4%). O sucesso deste material deve-se à sua excelente relação entre as propriedades mecânicas, térmicas e o custo de produção [16].



Figura 1: PET recém triturado.  
Fonte: Autores, (2017).

#### II.4 FIBRAS PARA CONCRETO.

Entre as adições utilizadas para melhorar certas características do concreto, as fibras tem tido papel de destaque nos últimos anos, sendo objeto de muito estudo e desenvolvimento [17]. As fibras para concreto vêm aos poucos ocupando um espaço significativo como material componentes [18].

Assim como os aditivos líquidos, tudo indica que sua utilização será obrigatória em poucos anos. As fibras são

fabricadas em diversos materiais, diâmetros e comprimentos. Porem ser usadas praticamente em qualquer tipo de concreto, inclusive combinadas, para melhor atender simultaneamente a finalidades diferentes. Assim, podemos precisar de um reforço no concreto para altas temperaturas e um aumento do módulo de deformação ao mesmo tempo. Hoje no mercado encontramos diversos tipos de fibras: polipropileno, aço, vidro, nylon, poliéster, carbono, sintética, celulose, amianto, sisal e fibras vegetais.

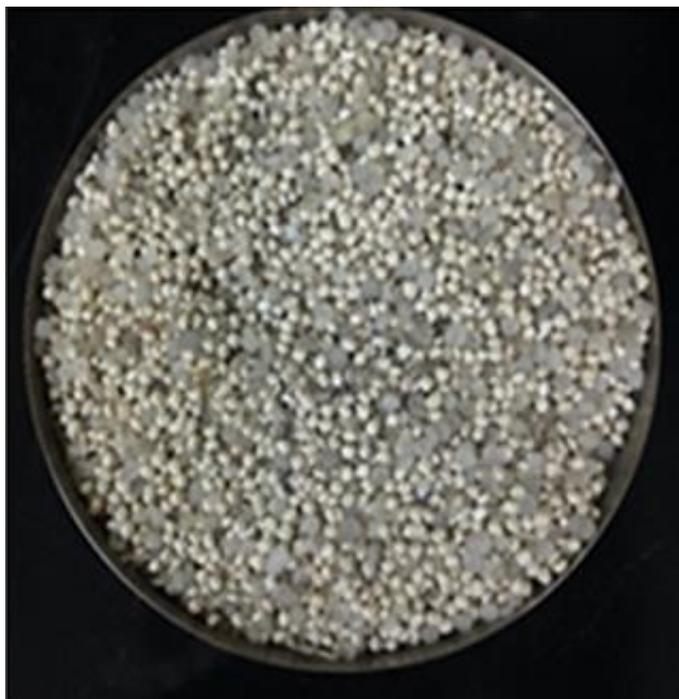


Figura 2: PET em formato de polímeros nas cores branco e translúcido.  
Fonte: Autores, (2017).

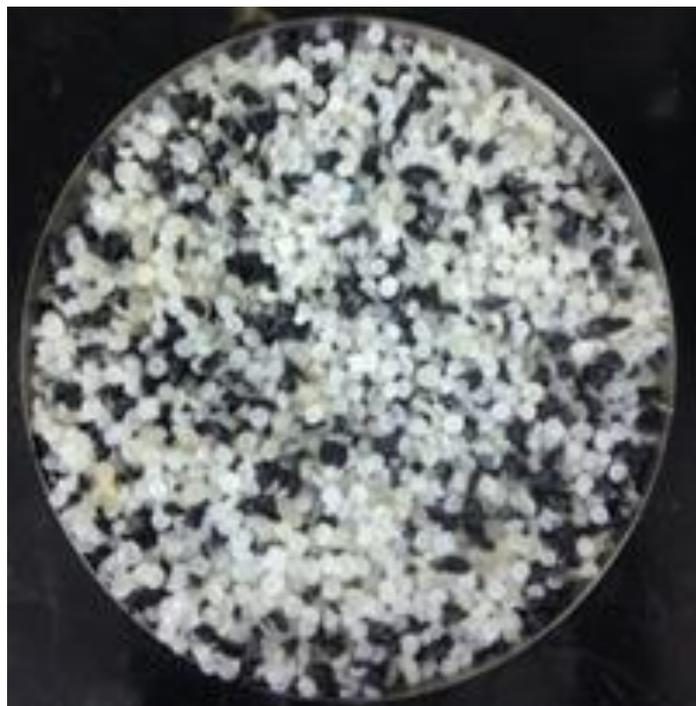


Figura 3: PET em formato de polímeros nas cores branco e translúcido e preto.  
Fonte: Autores, (2017).

### III MATERIAIS E MÉTODOS

O ensejo deste artigo cita procedimentos e métodos de ensaio sobre a caracterização dos materiais que foram utilizados de acordo com as especificações normativas ABNT, da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e por

fim, do Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON), como complemento deste. O fluxograma da figura 4, faz um detalhamento, conforme os subitens 3.1, 3.2 e 3.3, de como devem ser realizadas as etapas para cada experimento a serem executados para que se obtenha um produto com qualidade, durável, leve, de fácil transporte e locomoção.



Figura 4: Fluxograma dos materiais e métodos a serem utilizados.  
Fonte: Autores, (2017).

Nos subitens a seguir, será prescrito o passo a passo dos experimentos a serem realizados para a classificação de cada material e determinar a qualidade para que possa ser aplicado. Este artigo se integra nos parâmetros de um desenvolvimento tecnológico do qual pode ser aplicado na indústria da construção como um produto altamente sustentável.

#### III.1 ETAPA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO:

A qualidade do cimento é dada através da caracterização desse material de acordo com as normas técnicas dos métodos de ensaios citadas abaixo:

- NBR NM 023/ 01 – Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica;
- NBR 11579/ MB 3432/ 91 – Determinação da finura por meio da peneira 75 µm (Nº 200);
- NBR NM 043/ 03 – Determinação da pasta de consistência normal do cimento;
- NBR NM 065/ 03 – Determinação do tempo de pega do cimento;
- NBR 7215/ 96 – Determinação da resistência à compressão.

#### III.2 ETAPA CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS (MIÚDO, GRAÚDO E DE PET).

A caracterização dos agregados é especificada pela norma da ABNT NBR 7211/05, do qual menciona as especificações como: o peso dos materiais para realização de cada experimento a ser executado, armazenamento, redução das amostras através do quarteamento, sequência de peneiras para a análise granulométrica, dentre outros.

- NBR NM 248/03 – Determinação da composição granulométrica.
- NBR NM 046/ 03 – Determinação do material fino que passa através da peneira de Nº 200, por lavagem.
- NBR 7251/82 – Agregado em estado solto.
- NBR 9776/87 – Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman.

#### III.3 ETAPA DOSAGEM DO TRAÇO DE CONCRETO.

Para a confecção do concreto com agregado proveniente de PET triturado, adota-se o método da ABCP.

✓ NBR NM 067/ 98 – Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

• NBR 5738/03 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

• NBR 5739/94 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto.

• Confeção da placa de concreto com agregado proveniente de PET.

#### IV RESULTADOS E DISCUSSÕES.

##### IV.1 SERVIÇOS PRELIMINARES.

Os serviços preliminares são os deslocamentos de materiais, de equipamentos e de colaboradores (funcionários) para o local da obra dando-se as primeiras primícias de implantação no canteiro. A Administração no local da obra, Leis sociais mensalistas são de 49,17%.

Então, precisa ser contratado 1 vigia noturno para segurança e vigilância do patrimônio da obra e da empreiteira responsável, que deve ser isento o uso de porte de armas segundo a Lei 7.102/83 – Segurança para estabelecimentos financeiros, estabelece normas para constituição e funcionamento das empresas particulares que exploram serviços de vigilância e de transporte de valores, e dá outras providências. Também, precisa ter 1 encarregado geral de obras do qual será responsável pela execução de mão de obra indireta de acordo com a norma ABNT NBR 5671/90 – Participação dos intervenientes em serviços e obras de engenharia e arquitetura.

Para que a obra se inicie é necessário uma autorização do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA). Após esse licenciamento é colocada uma placa de identificação da obra do tipo banner com as seguintes medidas: 4,00 x 2,05m, para indicar o fornecimento e a instalação do empreendimento. Essa placa será alojada por uma empresa terceirizada contratada pela própria obra. A placa deve ser exposta, de preferência na entrada principal da obra ou voltada para uma via de acesso em um local visível que beneficie a sua melhor visualização. Nela deverá ter as seguintes informações: uso, endereço, proprietário, autor do projeto, responsável técnico e área de empreendimento. A sua área total é a multiplicação entre as medidas de 8,2m<sup>2</sup>.

O canteiro de obras deve ser de maneira a promover um fácil acesso e não deve interferir com as atividades do local. É obrigatório ter pelo menos um banheiro limpo e usual aos funcionários da obra. Para este caso, um banheiro químico, já que se trata de uma avenida bastante movimentada.

Serão retiradas manualmente com a equipe de mão de obra direta (pedreiro e servente), as placas pré-moldadas antigas com a equipe de mão de obra direta e deve ser realizado um nivelamento da superfície com agregado miúdo (areia).

A avenida tem 1500m com largura de 2,5m e deverá ter pelo menos 0,40m de profundidade. Feito a multiplicação, o resultado é de 1,500m<sup>3</sup>.

Os resíduos de demolição que não possuem condições de reaproveitamento, popularmente chamados de entulhos, serão removidos do local da obra e conduzidos a um local específico que não agrida o meio ambiente.

Para a colocação e/ ou nivelamento da superfície com areia serão necessários 562,5m<sup>3</sup> de areia. Esse resultado foi encontrado através da multiplicação da extensão da avenida (1.500m), com a largura da mesma (2,5m), para uma camada de areia com 0,15m de espessura.

##### IV.2 QUANTIDADE DE PLACAS PRÉ-MOLDADAS.

Uma placa pré-moldada com PET triturado tem uma área de 0,8m<sup>2</sup>, sendo que suas respectivas medidas são: 0,40 x 0,40 x 0,10; como mostra a Figura 5:

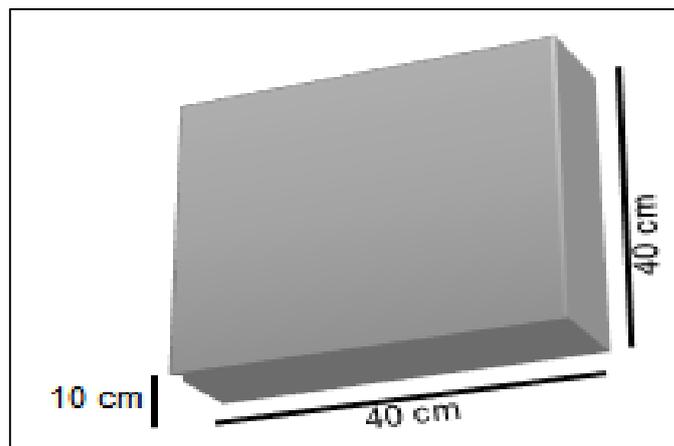


Figura 5: Medidas da placa de concreto com o agregado de PET triturado.

Fonte: Autores, (2017).

Para a implantação das placas pré-moldadas no canteiro central da Av. Getúlio Vargas, serão divididas entre as seguintes avenidas e ruas conforme sua extensão: Av. Tarumã com a Rua Dr. Machado - 140m; Rua Dr. Machado com Av. Leonardo Malcher - 150m; Av. Leonardo Malcher com Av. Ramos Ferreira - 270m; Av. Ramos Ferreira com a Rua 10 de Julho - 210m; Rua 10 de Julho com a Rua 24 de Maio - 180m; Rua 24 de Maio com a Rua Huascar de Figueiredo - 110m; Rua Huascar de Figueiredo com a Rua Lauro Cavalcante - 150m e Rua Lauro Cavalcante com a Av. Sete de Setembro - 95m. A Tabela 2, abaixo, demonstra como será realizado esse esquema.

Tabela 2: Localização e quantidade de placas.

AVENIDA GETÚLIO VARGAS		
Localização	Distância (m)	Placas (unid.)
Av. Tarumã com a Rua Dr. Machado	140	112
Rua Dr. Machado com Av. Leonardo Malcher	150	120
Av. Leonardo Malcher com Av. Ramos Ferreira	270	216
Av. Ramos Ferreira com a Rua 10 de	210	168
Rua 10 de Julho com a Rua 24 de Maio	180	144
Rua 24 de Maio com a Rua Huascar de Figueiredo	110	88
Rua Huascar de Figueiredo com a Rua Lauro Cavalcante	150	120
Rua Lauro Cavalcante com a Av. Sete de Setembro	95	76
<b>Total</b>	<b>1305</b>	<b>1044</b>

Fonte: Autores, (2017).

##### IV.3 LIXEIRAS DE COLETA SELETIVA.

Para melhor preservação do ambiente, serão alojadas 2 lixeiras com 50l, suporte e adesivo de identificação das lixeiras de coleta seletiva para plástico e papel (1 unidade para cada resíduo), conforme as especificações normativas da ABNT NBR 12980/93 – Coleta, varrição e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos. A coleta seletiva é essencial em áreas urbanas e em áreas de lazer público, onde ajuda a

conscientizar a população, ajuda a preservar o meio ambiente e ainda mantém limpo o local.

Para confecção das placas pré-moldadas é necessário realizar a caracterização de cada tipo de material. Abaixo, na Tabela 3, tem um mapa de atividades e a duração para cada análise, assim como o gráfico da figura 6 da representatividade em porcentagem (%).

#### IV.4 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.

Tabela 3: Mapa de atividades.

Item	Descrição das atividades	Duração (dias)	
1	Caracterização do cimento	Massa específica	1
		Determinação da finura	1
		Pasta de consistência normal	1
		Tempos de pega (início e fim)	1
		Moldagem dos corpos de prova	1
		Cura dos corpos de prova	28
		Resistência a compressão	1
		<b>Total</b>	<b>34</b>
2	Caracterização dos agregados (miúdo, graúdo e de PET)	Análise granulométrica do agregado miúdo	1
		Análise granulométrica do agregado graúdo	1
		Análise granulométrica do agregado de PET	1
		Teor de materiais pulverulentos do agregado miúdo	2
		Teor de materiais pulverulentos do agregado graúdo	2
		Agregado em estado solto - massa unitária do agregado miúdo	1
		Agregado em estado solto - massa unitária do agregado graúdo	1
		<b>Total</b>	<b>9</b>
3	Caracterização do agregado miúdo	Massa específica por meio do frasco de Chapman	1
4	Dosagem do traço	Consistência através do abatimento do tronco de cone	1
		Moldagem dos corpos de prova	1
		Cura dos corpos de prova	28
		Compressão dos corpos de prova	1
		<b>Total</b>	<b>42</b>
5	Confecção das placas	-	1
		<b>Total</b>	<b>1</b>
6	Total geral de dias	-	86

Fonte: Autores, (2017).

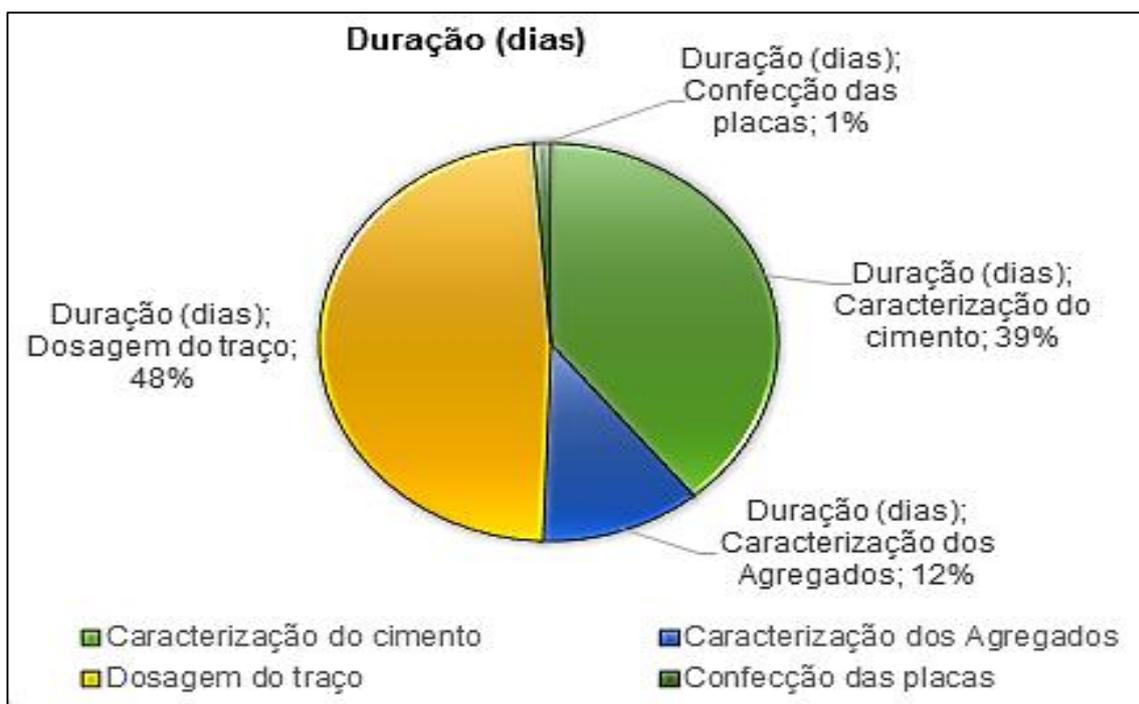


Figura 6: Gráfico do mapa de atividades.

Fonte: Autores, (2017).

## IV.5 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

Para a composição orçamentária da confecção das placas pré-moldadas com PET triturado e sua implantação no canteiro central da Av. Getúlio Vargas em Manaus, foi solicitado orçamento de algumas empresas que atuam na área de controle tecnológico como pesquisa de campo, de acordo com as tabelas 4, 5, 6, 7 e 8. As tabelas Apara composição de todo orçamento,

incluindo-se aspectos de obra como placa de identificação, serviços de colaboradores, limpeza do local e etc., foram consultadas no Sistema de Preços Custos e Índices (SINAPI – Fev/ 2017) – Índices da Construção Civil (ICC), da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus (SEMINF) onde seu Budget Difference Income e/ou Benefício e Despesas Indiretas (BDI).

Tabela 4: Cotação para a caracterização do cimento.

Item	Subitem	Atividade	Discriminação	Tabela	Código	Unid.	Qty.	Valor
1	1.1	Caracterização do cimento	Massa específica	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 90,56
	1.2		Determinação da finura	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 22,34
	1.3		Pasta de consistência normal	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 82,40
	1.4		Tempo de pega (início e fim)	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 105,76
	1.5		Moldagem e cura dos corpos de prova	Pesquisa de campo	-	Coletivo	1	R\$ 100,20
	1.6		Resistência à compressão	SINAPI - FEV/ 2017	74022/ 030	Coletivo	1	R\$ 101,80
<b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b>								<b>R\$ 503,06</b>

Fonte: Autores, (2017).

A importância da caracterização do cimento é para verificar a qualidade do material conforme os índices de hidratação, resíduos estranhos, resíduos de petrificação e etc.

Tabela 5: Cotação para a caracterização do agregado miúdo.

Item	Subitem	Atividade	Discriminação	Tabela	Código	Unid.	Qty.	Valor
2	2.1	Análise do agregado miúdo	Análise granulométrica	SINAPI - FEV/ 2017	-	Unid.	1	R\$ 56,56
	2.2		Teor de materiais pulverulentos	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 30,55
	2.3		Agregado em estado solto - Massa unitária	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 42,45
	2.4		Massa específica por meio do frasco de Chapman	Pesquisa de campo	74022/ 052	Unid.	1	R\$ 72,30
<b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b>								<b>R\$ 201,86</b>

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 6: Cotação para a caracterização do agregado graúdo.

Item	Subitem	Atividade	Discriminação	Tabela	Código	Unid.	Qty.	Valor
3	3.1	Análise do agregado graúdo	Análise granulométrica	SINAPI - FEV/ 2017	74022/ 052	Unid.	1	R\$ 56,56
	3.2		Teor de materiais pulverulentos	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 30,55
	3.3		Agregado em estado solto - Massa unitária	Pesquisa de campo	-	Unid.	1	R\$ 42,45
<b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b>								<b>R\$ 129,56</b>

Fonte: Autores, (2017).

Tabela 7: Cotação para a caracterização do PET como agregado.

Item	Subitem	Atividade	Discriminação	Tabela	Código	Unid.	Qty.	Valor
4	4.1	Análise do PET	Análise granulométrica	SINAPI - FEV/ 2017	74022/ 052	Unid.	1	R\$ 56,56
<b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b>								<b>R\$ 56,56</b>

Fonte: Autores, (2017).

As tabelas 5, 6 e 7, mostram o ônus disponibilizado pela tabela do SINAPI e apresentado pelos orçamentos das empresas que atuam no município de Manaus para cada análise de caracterização dos agregados miúdo, graúdo e do resíduo de PET adaptado.

Tabela 8: Composição orçamentária da caracterização dos materiais.

	Subitem	Atividade	Discriminação	Tabela	Código	Unid.	Qty.	Valor
5	5.1	Dosagem do concreto	Consistência através do abatimento do tronco de cone	SINAPI - FEV/ 2017	74022/ 058	Unid.	1	R\$ 40,25
	5.2		Moldagem e cura dos corpos de prova	Pesquisa de campo	-	Coletivo	1	R\$ 100,20
	5.3		Resistência à compressão	SINAPI - FEV/ 2017	74022/ 030	Coletivo	1	R\$ 101,80
<b>VALOR TOTAL DA CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO</b>								<b>R\$ 242,25</b>

<b>VALOR TOTAL DAS ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS</b>	<b>R\$ 1.133,29</b>
---	---------------------

Fonte: Autores, (2017).

A tabela 8, apresenta o custo para a realização de uma dosagem do concreto, segundo a tabela disponibilizada pelo SINAPI e pelos orçamentos solicitados das empresas que atuam dentro do município; assim como o valor total de todas as análises de caracterização dos materiais pertinentes ao concreto.

As figuras 7, 8 e 9, representam um croqui de como o canteiro central da Avenida Getúlio Vargas poderá ficar.

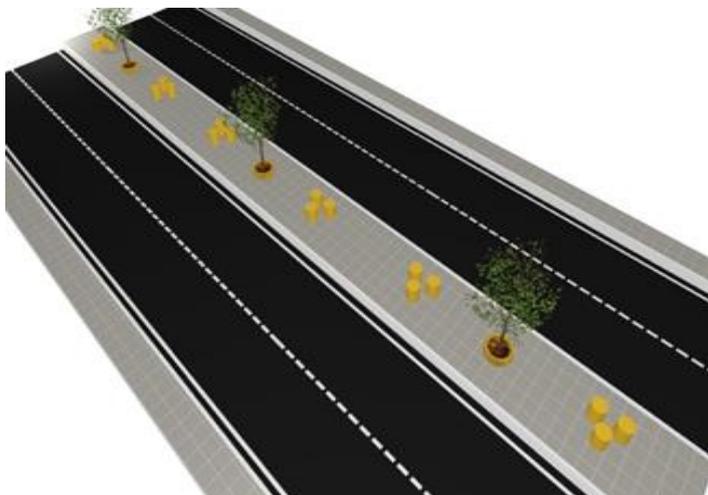


Figura 7: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista em 3D.

Fonte: Autores, (2017).

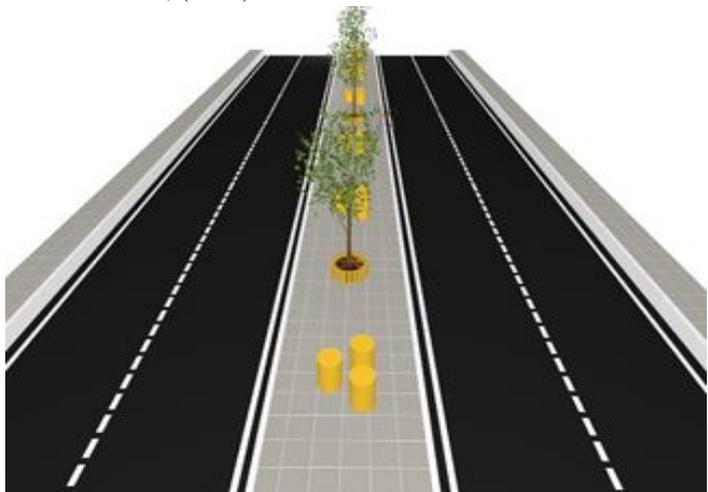


Figura 8: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista longitudinal.

Fonte: Autores, (2017).

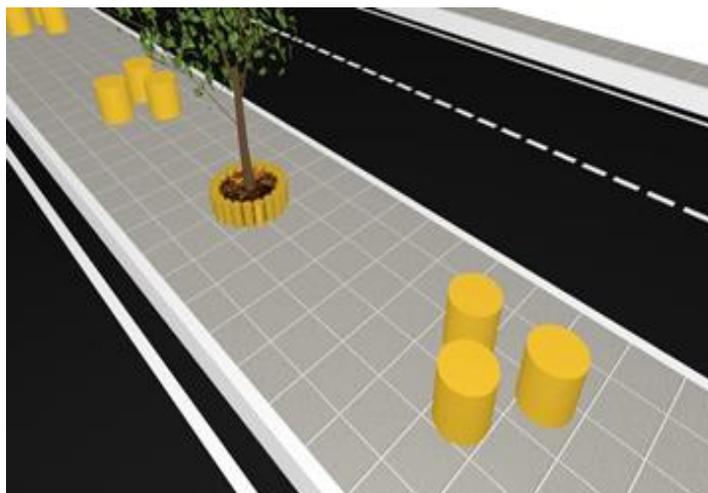


Figura 9: Canteiro central da Avenida Getúlio Vargas com as placas pré-moldadas de concreto com PET, vista em 3D.

Fonte: Autores, (2017).

## V. CONCLUSÕES

A finalidade deste artigo almeja melhorias para as calçadas da cidade de Manaus pondo como teste o canteiro central da Av. Getúlio Vargas, localizada no centro da cidade. A viabilidade econômica da implantação desta pesquisa revela um cenário altamente sustentável com a reutilização de materiais que são descartados em toneladas todos os dias, neste caso o PET. Com isso, além de trazer benefícios para o meio ambiente, também é uma fonte de inovação de um produto que pode ser comercializado para esses fins, desde que esteja de acordo com todas as análises dissertadas neste projeto e que tem como referencial teórico as normas técnicas da ABNT. Assim, este produto de inovação sustentável é apenas uma mola que impulsiona para cima dando início a vários projetos que visam não só a economia como a sustentabilidade e a inovação.

## VI REFERÊNCIAS

- [1] Arruda, Milena Dhein Frank; Valin Jr, Marcos de Oliveira. **Estudo sobre o concreto com a utilização de diferentes teores de fibras de polipropileno**. Anais do 57º Congresso Brasileiro do Concreto - CBC 2015. 1:11p. Bonito, MS.
- [2] Tanesi, J.; Figueiredo, A. D. **Fissuração por retração em Concretos Reforçados com Fibras de Polipropileno (CBFP)**.

Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

[3] Fitesa. **As Influências das Fibras de Polipropileno na Exsudação do Concreto**. Boletim Técnico nº 3, 2002. Disponível em: <[www.fitesa.com.br](http://www.fitesa.com.br)>, Acesso em: 03/07/2016.

[4] Figueiredo, A. D. **Concreto com fibras de aço**. Boletim Técnico. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

[5] El Debs, M. K. **Sistema construtivo com componentes pré-fabricados a base de painéis alveolares de material cimentício**. Registro de estudo feito junto ao COFEA, São Carlos, 2016.

[6] Elliott, K. S. **Precast concrete structures**, 1ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.

[7] Bauer, L. A. F. **Materiais de construção**. Volume 1 e Volume 2. 5. Ed. Revisada. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

[8] ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. **Guia básico de utilização de cimento Portland**, Boletim Técnico 106. 7 ed, São Paulo, 2002.

[9] Ribeiro, C. C.; Pinto, J. D. S.; Starling, T. **Materiais de construção civil**. Minas Gerais: Editora da UFMG, 2006.

[10] Freitas Junior, J. A. **Materiais de construção (TC-031)**, Agregados. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba, 2013.

[11] Modro, N. L. R. **Desenvolvimento e caracterização de concreto de cimento Portland contendo resíduos poliméricos de PET. 2008**. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Processos) – Universidade da Região de Joinville, Joinville. SC, 2008.

[12] Paul, D.; Goodman, I & Kroschwitz, J. I. – **Polyesters to polypeptides synthesis – Encyclopedia of Polymer Science and Engineering**, 2. Ed., vol. 12, J.I. Kroschwitz, New York, 1985.

[13] Romão, W.; Spinacé, M. A. S.; De Paoli, M. A. **Poli(tereftalato de etileno), PET: Uma revisão sobre os processos de síntese, mecanismos de degradação e sua reciclagem**. Polímeros: ciência e tecnologia, vol. 19, nº 2, p.121-132, 2009.

[14] Ward, S.; Jones, K. M. & Marbrow, R. A. – **Recycling of polyester: An industry perspective, in: Chemical aspects of plastics recycling**. Hoyle, W. And Karsa, D. R. The royal society of chemistry, Cambridge, U.K.: 79, 1997.

[15] Disponível em:<http://www.abiplast.org.br>, acessado em Fevereiro de 2017.

[16] Macdonald, W. A. Polym. Int. 51, p.923. 2002.

[17] Aoki, J. **Fibras para concreto**. 2010. Disponível em:<<http://www.cimentoitambe.com.br/fibras-para-concreto/>>, acessado em Fevereiro de 2017.

[18] Portal do Concreto – **Concreto com adição de fibras**. Disponível em:<<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/fibra.html>>, acessado em Fevereiro de 2017.