



## **PRODUÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA “PAVER” COM AGREGADOS ORIUNDOS DE DEMOLIÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

*Bruno Henrique Zironi de Souza<sup>1</sup> Gilson Castro de Moraes<sup>2</sup>*

**RESUMO** - O presente artigo trata de uma questão que é uma tendência mundial, a qual, o reaproveitamento de resíduos (Alvenaria, Aço, Madeira, Blocos Cerâmicos e etc.) da construção civil para a produção de novos materiais no geral, principalmente de artefatos de concreto (Mourão, Pisograma, Paver e etc.), observando esta tendência, foi-se proposto o estudo para a produção de pavimentos intertravados *Paver* com um traço recomendado com os agregados naturais, e um traço com 100% de material reciclado, observando estes parâmetros, serão feitos ensaios de compressão e absorção de água dos blocos produzidos.

**Palavras-chave:** Artefatos de concreto. Pavimentos. Material reciclado.

## **PRODUCTION OF BLOCKS FOR "PAVER" INTERVALED PAVING WITH ADDITIONAL AGGREGATES OF DEMOLITION OF CIVIL CONSTRUCTION**

**ABSTRACT** - The present article deals with an issue that is a worldwide trend, that is, the reuse of waste (Masonry, Steel, Wood, Ceramic Blocks and etc.) from civil construction to the production of new materials in general, mainly concrete artifacts (Mourão, Pisograma, Paver and etc.), observing this tendency, the study was proposed for the production of Pavier interlocked pavements with a recommended trait with the natural aggregates, and a trace with 100% recycled material, observing these parameters, Compression and water absorption tests will be carried out on the blocks produced.

**Keywords:** Concrete artifacts. Floors. Recycled material.

---

<sup>1</sup>**BRUNO HENRIQUE ZIRONI DE SOUZA** Bacharelado do Curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Rondônia-FARO 2017.1

<sup>2</sup>**GILSON CASTRO DE MORAES** Mestre Orientador do Curso de Engenharia Civil pela Faculdade de Rondônia-FARO 2017.1



### FICHA CATALOGRÁFICA

S729p

Souza, Bruno Henrique Zironi de.

Produção de blocos para pavimentação intertravada “Paver” com agregados oriundos de demolição da construção civil. / Bruno Henrique Zironi de Souza. – Porto Velho, 2017.  
18 f.; il.

Orientador: Prof. Me. Gilson Castro de Moraes.

Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Civil - Faculdade de Rondônia - FARO, Porto Velho, 2017.

1. Artefatos de concreto. 2. Pavimentos. 3. Material reciclado. I. Moraes, Gilson Castro de. II. Título. III. FARO.

CDU: 625.8

**Biblioteca:** Cleomar Cetauro Freitas / CRB11- 957.



## **1. INTRODUÇÃO**

Com a recente expansão da construção civil, que, muitas vezes precisam demolir antigas construções para a construção de novas edificações mais modernas, a partir daí um problema notável que é o que fazer com o que é demolido (material cerâmico, alvenarias, blocos, ferragem e etc.). Sendo observado todo este cenário das demolições, junto com a crescente utilização da pavimentação intertravada na construção civil, surgiu a idéia de aplicar este material de demolição como uma opção na substituição dos agregados que se misturam no traço do concreto seco para a produção destes blocos de pavimentação, que será comparado tecnicamente e economicamente com o método tradicional de produção.

Segundo Santos (2004), 40% dos recursos naturais que são retirados do planeta é de responsabilidade da construção civil, sendo de todas as indústrias a maior geradora de resíduos de todo o planeta.

O uso de agregado reciclado em camadas de pavimentos urbanos tem sido uma das maneiras mais difundidas para o seu fim. O aproveitamento deste material em pavimentação apresenta muitas vantagens como utilização de quantidade significativa de material reciclado, tanto na fração miúda quanto na graúda, (CARNEIRO et al. 2001).

A utilização de pavimentos intertravados (paver) pré moldados de concreto vem crescendo cada vez mais em todo o mundo, oferecendo materiais alternativos em que a principal preocupação é o equilíbrio entre os aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos, que contribuem para o desenvolvimento de novos métodos práticos e confiáveis. Dentre estes métodos está a substituição dos agregados naturais do traço do concreto por agregados provenientes da reciclagem de demolição da construção civil.

Sendo assim, esta pesquisa vem para mostrar um comparativo para se analisar a viabilidade técnica da aplicação para a produção destas peças, lembrando que os testes serão executados nas conformidades das normas da ABNT, para estabelecer um comparativo de suas características e resistências.



## **2. METODOLOGIA DA PESQUISA**

### **2.1. PAVIMENTO INTERTRAVADO (PAVER)**

A pavimentação intertravada *pavers* são pequenas peças de concreto maciças pré-moldadas destinadas à pavimentação intertravada. O intertravamento é a capacidade que as peças adquirem de resistirem a movimentos individuais (vertical, horizontal, rotação ou giração) em relação a suas vizinhas. Este tipo de pavimentação é amplamente utilizado nos países de primeiro mundo e vem sendo cada vez mais implementado no Brasil, principalmente em praças, passeios, ruas, avenidas, estacionamentos, pátios industriais, etc. Este tipo de pavimentação é originada da Europa, sendo introduzida no Brasil em meados da década de 70.

Vantagens:

- No processo construtivo e estocagem não exige uma mão-de-obra especializada, devido a facilidade do seu assentamento.
- As peças chegam aos locais da aplicação prontas para serem aplicadas, sem a necessidade de produtos químicos, ou equipamentos especializados para isso.
- A estocagem pode ser feita por longos períodos de tempo, podendo até mesmo ser estocado ao tempo.
- Tem vida útil de 25 anos, se a resistência atender a demanda da pavimentação.
- Apresenta um conforto térmico melhor que a pavimentação asfáltica.
- Baixo custo da manutenção, já que só basta substituir uma peça com defeito e sem a necessidade de equipamentos especiais para o mesmo.

- Vantagem estética é a variedade de cores em que podem ser produzidos, podendo assim, serem implantados na sinalização horizontal das vias.

Os pavers são normatizados pela ABNT NBR 9781 (2013), que limita seu comprimento, largura e altura, tendo em vista isto, a qualidade e dimensões das peças são uniformes e sua produção obedece a rigorosos controles de qualidade.

Ainda a respeito de suas características físicas, a ABNT NBR 9781 (2013) limita seu comprimento nominal em 250 mm e uma largura mínima de 97 mm na área que será aplicada a carga para o ensaio a compressão, o que permite larguras inferiores a 100 mm, mas que possua área plana que não possua rebaixos e nem juntas falsas para que

possa ser inscrito um círculo de 85 mm de diâmetro. A peça tem que ter no mínimo 60 mm de espessura e expressa em múltiplos de 20, lembrando que todas as dimensões devem respeitar a tolerância máxima de 3 mm.

Na Figura 01, segundo a referida norma, se apresenta alguns possíveis formatos de pavers

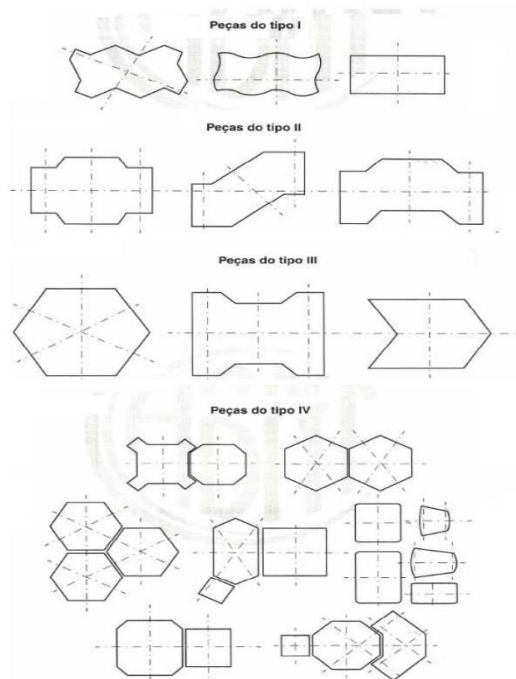


Figura 01 – Tipos de blocos intertravados

Fonte: ABNT NBR 9781 (2013)



## **2.2. METODOLOGIA**

Esta pesquisa tem como seu objetivo realizar um comparativo técnico entre dois métodos de dosagem de concreto seco para a produção de peças para pavimentação intertravada *PAVER*, uma das dosagens segue um traço racional que tem em sua mistura agregados (areia natural, areia lavada e pedrisco) de origem natural, já o segundo traço tem em sua mistura agregados (pó de bloco cerâmico, areia de reboco, e alvenaria triturada) de origem de demolições da construção civil.

A peça escolhida para a produção dos blocos é a do tipo 1 retangular que consta na norma ABNT NBR 9781 (2013) com dimensões 200mmx100mmx60mm, produzidos utilizando a dosagem padrão e a dosagem com agregados de origem de demolições. A solicitação de carga escolhida foi para o tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha, que exige uma resistência característica a compressão  $\geq 35$  MPa.

As peças foram produzidas na empresa PRS Recicladora – Processadoras de Resíduos Sólidos, localizada na Rua Areia Branca, km 04. Os agregados de origem de demolição foram coletados aleatoriamente na área de estocagem da empresa, já os agregados naturais, todos eles foram comprado de um mesmo fornecedor.

A empresa PRS Recicladora – Processadoras de Resíduos Sólidos disponibilizou sua vibro-prensa para a confecção das peças, foram confeccionadas 40 peças de cada traço, em que, 3 foram descartadas, 7 selecionadas para o teste de absorção de água e 30 para o teste de ruptura separados em 3 grupos de 10 amostras cada para serem rompidas em 7, 14 e 28 dias.

Após as peças saírem da linha de produção elas foram devidamente embaladas e estocadas para evitar a troca de calor e umidade com o ambiente.

Os testes laboratoriais (ruptura e absorção de água) foram executados nas dependências laboratoriais da FARO – Faculdade de Rondônia.

Os testes foram nas conformidades do que orienta a norma ABNT NBR 9781 (2013), que estima. A referida norma diz que a resistência característica à compressão deve ser determinada conforme a Figura 02.

<b>Solicitação</b>	<b>Resistência característica à compressão (<math>f_{pk}</math>) aos 28 dias MPa</b>
Tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha	$\geq 35$
Tráfego de veículos especiais e solicitações capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	$\geq 50$

Figura 02 – Resistência característica a compressão

Fonte: ABNT NBR 9781 (2013)



Ainda sobre a referida norma, ela cita que, a amostra de peças de concreto deve apresentar absorção de água com valor médio menor ou igual a 6%, não sendo admitido nenhum valor individual maior do que 7%.

### **3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

#### **3.1. TRAÇO COM 100% DE AGREGADOS NATURAIS**

Para a determinação deste traço se consistiu em comparar as massas de recipientes de volumes conhecidos, com proporções de agregados diferentes, sendo assim, encontrar a mistura em que se consegue a maior massa possível. Durante a escolha dos materiais foi

levado em consideração a quantidade de finos que ele pertencia, sendo os que passavam na peneira 0.150mm, lembrando que todos os agregados foram pegos de um mesmo fornecedor.

Outra preocupação foi em relação a quantidade de água inserida no traço, já que alguns autores recomendam que todo o volume de água do traço para este tipo de concreto esteja em torno de 7%. Como algum agregado pode chegar para a mistura um pouco mais úmido, este valor tende a diminuir, sendo necessário uma correção no traço na hora do ensaio, sendo assim, optei por deixar o volume de água em 6% da mistura, para uma correção usando a experiência do fabricante.

##### **3.1.1. Traço**

Uma vez escolhida a proporção ideal, pode-se assim definir um traço para o ensaio, o traço é apresentado na seguir na Tabela 01.

<b>TRAÇO 1 - 100% agregado natural (kg)</b>				
<b>CIMENTO</b>	<b>PÓ DE PEDRA</b>	<b>AREIA LAVADA</b>	<b>PEDRISCO</b>	<b>ÁGUA</b>
<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,86</b>	<b>1,82</b>	<b>0,38</b>

Tabela 01 Traço com 100% de agregado natural em sua mistura

Fonte: Autoria própria (2017)

##### **3.1.2. Análise visual**

Notou-se nas peças uma boa uniformidade, proporcionando um ótimo acabamento nas peças, a coloração que se obteve foi um pouco escurecida, devido à areia lavada que é bastante avermelhada como vemos a seguir na Figura 03.





Figura 03 - Traço recém moldado  
Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.1.3. Análise dimensional

Na análise dimensional do traço nenhuma das dimensões (comprimento, largura e altura) tiveram significativas alterações, uma vez que o tempo de compactação e vibração das amostras foram os mesmos.

O resultado da análise dimensional segue a seguir na Tabela 02.





ANÁLISE DIMENSIONAL SEGUNDO ABNT 9781 (2013) (mm <sup>2</sup> )					
AMOSTRA	COMPRIMENTO	LARGURA	ESPESSURA	ÁREA	VOLUME
1	200,09	99,99	59,99	20006,9991	1200219,876
2	199,89	99,88	59,99	19965,0132	1197701,142
3	199,98	99,88	59,99	19974,0024	1198240,404
4	198,98	99,89	59,99	19876,1122	1192367,971
5	199,78	99,99	59,99	19976,0022	1198360,372
6	199,69	98,99	59,99	19767,3131	1185841,113
7	199,98	99,87	59,98	19972,0026	1197920,716
8	199,99	99,42	59,99	19883,0058	1192781,518
9	199,95	99,31	59,99	19857,8343	1191271,48
10	200,01	99,21	59,98	19842,59208	1190158,673
11	200,99	99,10	59,99	19918,51098	1194911,474
12	199,88	99,00	59,99	19787,32048	1187041,356
13	200,03	99,99	59,99	20000,9997	1199859,972
14	200,03	99,99	59,99	20000,9997	1199859,972
15	199,89	98,99	59,99	19787,1111	1187028,795
16	199,69	99,87	59,99	19943,0403	1196382,988
17	198,96	99,42	59,99	19780,6032	1186638,386
18	199,99	99,31	59,98	19861,80686	1191311,175
19	199,89	99,21	59,99	19830,68712	1189642,92
20	200,03	99,99	59,98	20000,9997	1199659,962
21	199,89	98,99	59,98	19787,1111	1186830,924
22	199,98	99,87	59,99	19972,0026	1198120,436
23	199,99	99,42	59,99	19883,0058	1192781,518
24	199,95	99,31	59,99	19857,8343	1191271,48
25	200,99	99,10	59,99	19918,51098	1194911,474
26	199,88	99,00	59,99	19787,32048	1187041,356
27	200,03	99,99	59,98	20000,9997	1199659,962
28	199,69	98,99	59,99	19767,3131	1185841,113
29	199,98	99,87	59,99	19972,0026	1198120,436
30	199,99	99,42	59,99	19883,0058	1192781,518
31	199,95	99,31	59,99	19857,8343	1191271,48
32	200,01	99,21	59,99	19842,59208	1190357,099
33	200,99	99,10	59,99	19918,51098	1194911,474
34	199,88	99,00	59,99	19787,32048	1187041,356
35	200,03	99,99	59,99	20000,9997	1199859,972
36	200,03	99,89	59,99	19980,9967	1198659,992
37	200,01	99,99	59,99	19998,9999	1199740,004
MÉDIA	199,973	99,507	59,988	24541,644	1472213,395

Tabela 02 – Análise dimensional do traço com agregados naturais

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.1.4. Análise de absorção de água

Para a análise de absorção de água foram selecionadas 7 peças para ensaio, para este ensaio com o traço com agregados naturais, o desempenho dos corpos de prova estavam dentro dos parâmetros na ABNT NBR 9781 (2013) como vemos na Tabela 03 a seguir.



ABSORÇÃO DE ÁGUA - Traço com agregado natural						
AMOSTRA	ENSAIO 1		ENSAIO 2		ENSAIO 3	
CP	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)
31	2822,5	4,603	2818,5	4,455	2818,5	4,567
32	2798,9	4,064	2788,9	3,692	2788,9	3,997
33	2895,6	5,298	2887,6	5,007	2883,9	4,873
34	2779,7	4,792	2768,7	4,377	2769,1	4,443
35	2767,6	4,881	2759,6	4,578	2752,6	4,317
36	2795,5	5,110	2785,5	4,734	2779,5	4,563
37	2804,5	5,227	2794,5	4,851	2788,7	4,669
MÉDIA	-	4,853	-	4,528	-	4,490

Tabela 03 – Análise de absorção de água com traço com agregado natural

Fone: Autoria própria (2017)

### 3.1.5. Análise de resistência a compressão

Para a análise a compressão das peças foram selecionados 30 corpos de provas que foram rompidos com 7, 14 e 21 dias. O resultados dos testes a compressão estiveram dentro do que recomenda que para a resistência característica a compressão (fck) destes blocos sejam igual ou maior que 35MPa como vemos na Tabela 04 a seguir.

RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO SEGUNDO A ABNT NBR 9781 (2013)					
RUPTURA 7 DIAS		RUPTURA 14 DIAS		RUPTURA 28 DIAS	
CP	fck	CP	fck	CP	fck
1	30,27	11	34,83	21	36,32
2	32,86	12	34,63	22	37,57
3	31,00	13	34,48	23	35,77
4	30,41	14	35,43	24	36,72
5	30,23	15	33,84	25	38,01
6	31,26	16	34,31	26	37,01
7	30,15	17	33,21	27	36,03
8	30,74	18	36,23	28	36,22
9	32,28	19	34,19	29	37,53
10	30,95	20	34,23	30	37,99
Desv. Pad (s)	0,9263	Desv. Pad (s)	0,8481	Desv. Pad (s)	0,8283
fpk, est (Mpa)	30,0286	fpk, est (Mpa)	33,6459	fpk, est (Mpa)	36,1333

Tabela 04 – Análise de compressão dos corpos de prova

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.2. TRAÇO COM A SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO NATURAL POR AGREGADO DE DEMOLIÇÃO

Para a escolha deste traço, para não haver algum tipo de influência, foi selecionados materiais aleatoriamente na área de estocagem da empresa PRS Recicladora de

Resíduos Sólidos Ltda. Em seguida este material foi triturado, estavam em seu meio predominantemente , alvenarias (argamassa e bloco cerâmico) e lajes (concreto), este material foi triturado até chegar a uma glanulometria desejada, para a substituição da areia foi utilizado predominantemente alvenaria moída, com uma granulometria de peneiramento de 0,150mm.

### 3.2.1. Traço

Já para a dosagem de água na mistura, notou-se que a mesma tem uma taxa de absorção de água muito elevada, girando em torno de 17%, 10% a mais que no traço convencional

TRAÇO 2 - 100% MATERIAL RECICLADO				
CIMENTO	PÓ DE ALVENARIA	AREIA DE ARGAMASSA	PEDRISCO DE CONCRETO	ÁGUA
1	1,5	1,86	1,82	1,05

Tabela 05 Traço com 100% de agregado de demolição em sua mistura

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.2.2. Análise visual

Analisando visualmente as peças, a primeira coisa notada foi que a mistura ficou mais colenta, supostamente causado pela mistura de pó de bloco cerâmico na mistura, a peças fora mais difíceis de serem moldadas por conta de estarem mais grudentas.

As peças ficaram com uma coloração mais avermelhada, supostamente causada pela mistura do bloco cerâmico no traço, as peças visualmente não ficaram uniformemente lisas como mostra Figura 04 a seguir.

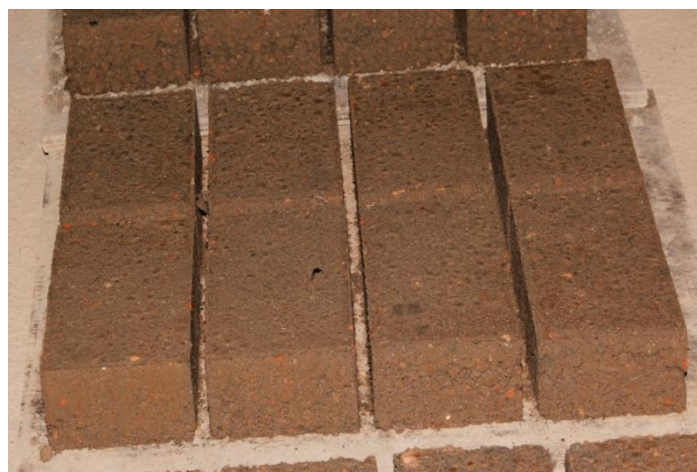


Figura - 04 Traço recém moldado

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.2.3. Análise dimensional

Na analise dimensional, como notado no traço com agregados naturais, os traço não teve significativas alterações dimensionais como vemos na Tabela 05 a seguir.



ANÁLISE DIMENSIONAL SEGUNDO ABNT 9781 (2013) (mm)					
AMOSTRA	COMPRIMENTO	LARGURA	ESPESSURA	ÁREA	VOLUME
1	200,08	99,99	59,99	20005,9992	1200159,892
2	199,88	99,88	59,99	19964,0144	1197641,224
3	199,97	99,88	59,99	19973,0036	1198180,486
4	198,98	99,89	59,99	19876,1122	1192367,971
5	199,99	99,99	59,99	19997,0001	1199620,036
6	199,99	99,99	59,99	19997,0001	1199620,036
7	199,98	99,88	59,99	19974,0024	1198240,404
8	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
9	199,99	99,89	59,99	19977,0011	1198420,296
10	199,99	99,99	59,99	19997,0001	1199620,036
11	199,98	99,99	59,98	19996,0002	1199360,092
12	199,99	99,88	59,98	19975,0012	1198100,572
13	200,03	99,88	59,99	19978,9964	1198539,994
14	199,99	99,89	59,99	19977,0011	1198420,296
15	199,99	99,99	59,98	19997,0001	1199420,066
16	199,98	99,99	59,99	19996,0002	1199560,052
17	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
18	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
19	199,99	99,89	59,99	19977,0011	1198420,296
20	199,99	99,99	59,98	19997,0001	1199420,066
21	199,98	98,99	59,98	19796,0202	1187365,292
22	199,99	99,99	59,99	19997,0001	1199620,036
23	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
24	199,95	99,88	59,99	19971,006	1198060,65
25	199,99	99,89	59,99	19977,0011	1198420,296
26	199,99	99,99	59,99	19997,0001	1199620,036
27	199,98	99,99	59,99	19996,0002	1199560,052
28	199,99	98,99	59,99	19797,0101	1187622,636
29	199,98	99,99	59,99	19996,0002	1199560,052
30	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
31	199,99	99,88	59,99	19975,0012	1198300,322
32	199,98	99,89	59,98	19976,0022	1198160,612
33	199,99	99,99	59,98	19997,0001	1199420,066
34	199,88	99,00	59,99	19787,32048	1187041,356
35	200,01	99,99	59,99	19998,9999	1199740,004
36	199,89	99,89	60,01	19967,0121	1198220,396
37	200,01	99,99	59,99	19998,9999	1199740,004
MÉDIA	199,955	99,854	59,989	24625,250	1477235,508

Tabela 05 – Análise dimensional do traço com agregados de demolição

Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.2.4. Análise de absorção de água

Para a análise de absorção de água, assim como nas amostras com traço natural, foram selecionadas 7 corpos de prova para a análise, no resultado na análise, observa-se que os

corpos de provas não se comportaram como orienta a norma ABNT NBR 9781 (2013), como veremos na Tabela 06 a seguir.

ABSORÇÃO DE ÁGUA - Traço com agregado reciclado						
AMOSTRA	ENSAIO 1		ENSAIO 2		ENSAIO 3	
CP	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)	MASSA SATURADA (g)	ABSORÇÃO (%)
31	2565,5	11,229	2556,6	10,843	2553,7	10,977
32	2556,3	10,252	2548,4	9,911	2548,4	9,887
33	2496,3	10,686	2485,2	10,194	2485,2	12,529
34	2354,4	12,189	2346,8	11,827	2346,8	8,688
35	2362,1	12,288	2353	11,856	2353,3	17,085
36	2443,9	8,056	2445,2	8,113	2445,2	11,161
37	2521,6	14,550	2510,7	14,055	2510,7	13,406
MÉDIA	-	11,322	-	10,971	-	11,962

Tabela 06 – Análise de absorção de água do traço com agregado reciclado  
Fone: Autoria própria (2017)

### 3.2.5. Análise de resistência a compressão

Para o teste de compressão das peças, foram selecionados assim como as amostras com o traço com agregados naturais 30 peças que foram divididos em 3 grupos de 10 peças que foram para o teste de compressão aos 7, 14 e 28 dias, os resultados podem ser vistos na Tabela 07 a seguir.

RESISTÊNCIA MECÂNICA À COMPRESSÃO SEGUNDO A ABNT NBR 9781 (2013)					
RUPTURA 7 DIAS		RUPTURA 14 DIAS		RUPTURA 28 DIAS	
CP	fck	CP	fck	CP	fck
1	15,53	11	16,33	21	10,44
2	14,69	12	13,71	22	13,28
3	9,51	13	12,60	23	14,85
4	14,11	14	10,72	24	10,46
5	14,40	15	12,17	25	14,84
6	12,22	16	11,36	26	13,66
7	14,50	17	14,66	27	11,89
8	13,04	18	13,63	28	11,31
9	10,85	19	13,46	29	13,15
10	12,86	20	12,95	30	15,81
Desv. Pad (s)	1,9288	Desv. Pad (s)	1,6153	Desv. Pad (s)	1,9114
fpk, est (Mpa)	11,8724	fpk, est (Mpa)	11,7787	fpk, est (Mpa)	11,5267

Tabela 07 – Análise de compressão dos corpos de prova com agregados de demolição  
Fonte: Autoria própria (2017)

### 3.3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Como observado no decorrer da apresentação dos resultados, notou-se que os blocos de pavimentos intertravados PAVER que foram produzidos com um traço racional se



comportou como se recomenda a norma, já o traço com agregados oriundos de demolição da construção civil não apresentou parâmetros mínimos que recomendam a norma ABNT NBR 9781 (2013).

A primeira coisa observada foi à quantidade de água a mais que o traço com agregados de demolição teve em sua mistura, bem à cima dos parâmetros orientados pela norma supracitada à cima, como veremos no Gráfico 01 a seguir.

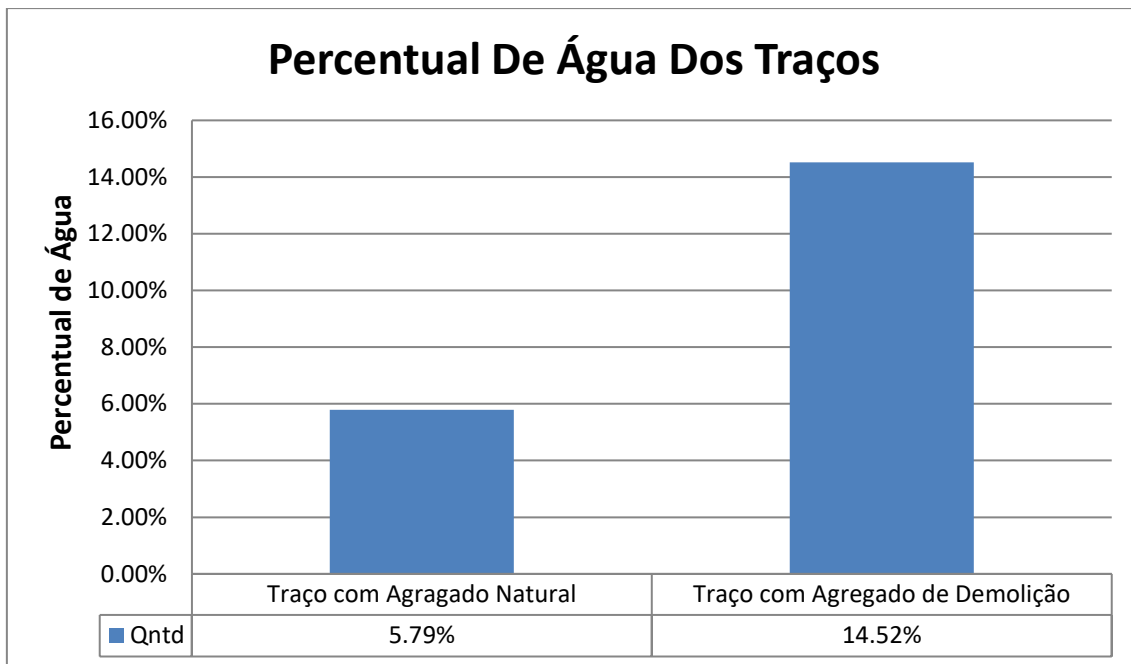


Gráfico 01 – Percentual de Água.

Fonte: Autoria própria

Na análise visual e dimensional, os dois traços se comportaram de maneira semelhante, tendo uma pequena diferença em suas colorações, nada de agravante, já que se produzem blocos com vários tipos de cores, vemos no Gráfico 02 a seguir um comparativo da análise dimensional dos corpos de prova.



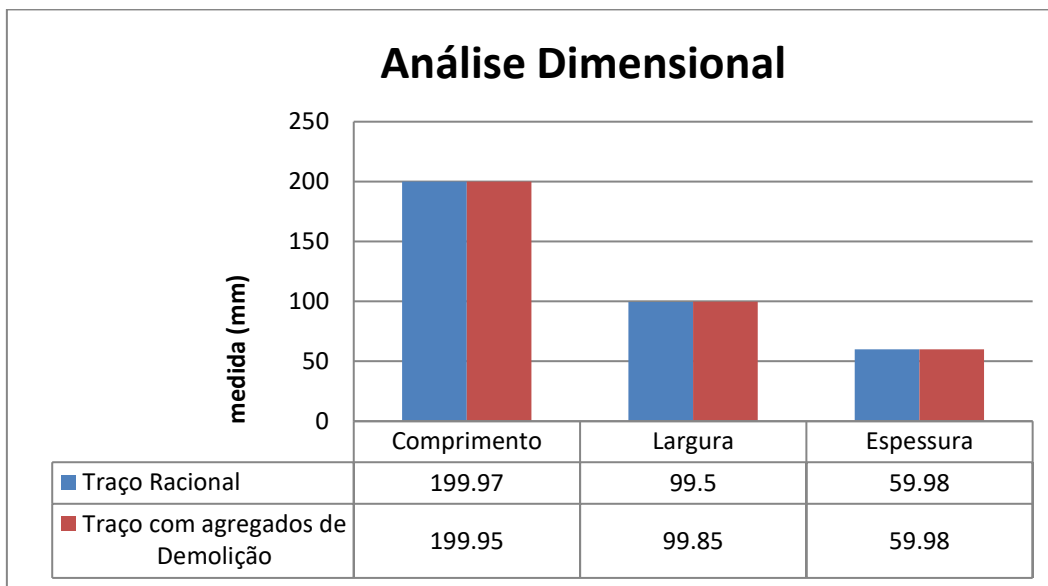


Gráfico 02 – Análise Dimensional

Fonte: Autoria Própria

Nas análises de absorção de água dos corpos de provas somente os corpos de prova com o traço racional se manteve nos parâmetro da norma ABNT NBR 9781 (3013), já o traço oriundo de agregados de demolição se comportou de maneira a não atender a norma a cima supracitada como veremos no Gráfico 04 a seguir.

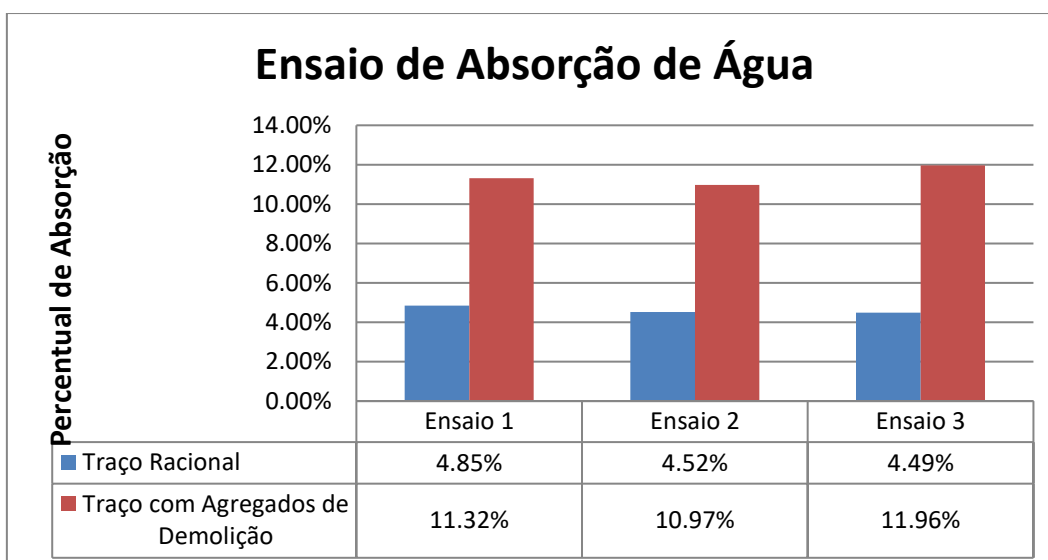


Gráfico 03 – Ensaio de Absorção de Água

Fonte: Autoria Própria

Nos testes de compressão em que os corpos de prova foram colocados para a ruptura, notou-se uma grande diferença na resistência dos dois traços, como podemos notar no Gráfico 04 a seguir.

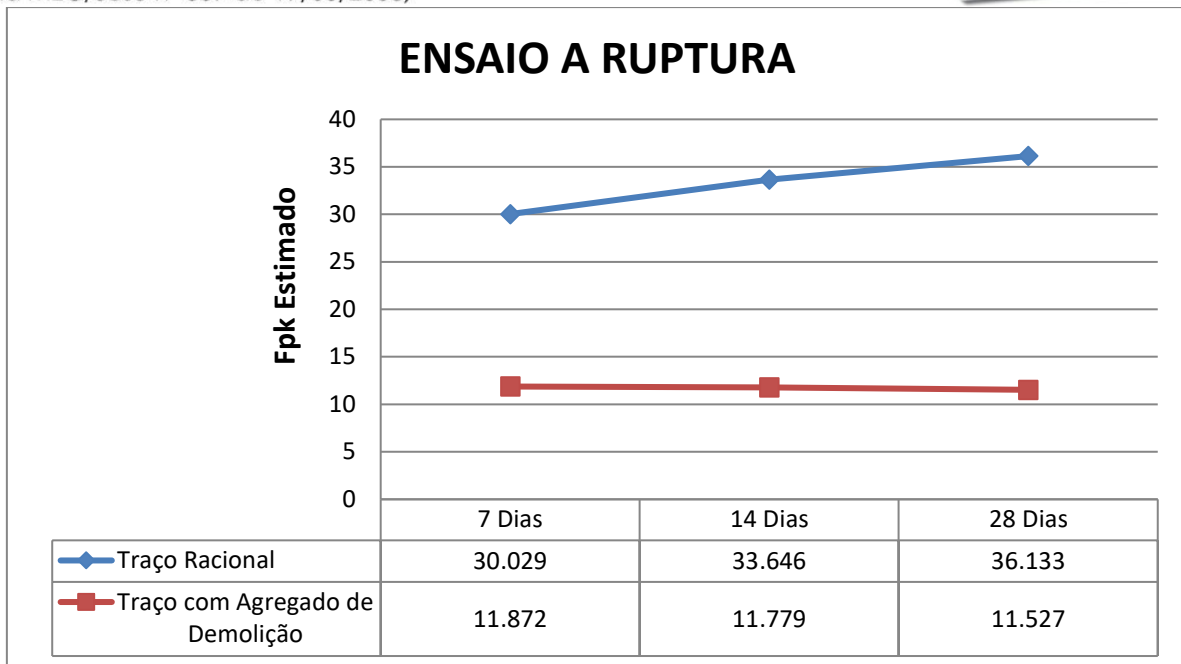


Gráfico 04 – Teste de Ruptura.  
Fonte: Autoria própria (2017).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão da construção civil trás com ela a busca pela evolução de métodos já existentes e a criação de novos métodos, para isto, são necessários o estudo de vários



métodos e formas novas de se trabalhar e produzir dentre o que foi proposto no referido artigo. A tendência da construção civil é acompanhar o desenvolvimento sustentável de outras indústrias, adotando o reaproveitamento dos seus dejetos, seja ele na produção de artefatos de concreto, aterro de ruas, e até mesmo artesanatos (no caso da madeira).

Quando se fala em peças de concretos para pavimentação intertravada Paver, deve-se saber que ainda existe um extenso caminho a ser desvendado, não somente na busca de novos materiais, seja ele da construção civil ou de outras indústrias, mas também uma busca na melhoria dos certificados e até mesmo nos equipamentos para a sua produção.

De tamanha importância, também é preciso conhecer e ter domínio de novos métodos de dosagens para estes blocos, tem-se que ter um estudo minucioso dos agregados que fazem parte da produção destes traços. Também é preciso que o responsável pela indústria tenha total conhecimento e domínio sobre seus equipamentos. Tudo isto visa dar garantia de melhor qualidade do produto entregue ao consumidor.

No presente artigo, notou-se uma diferença estarrecedora nos resultados de suas análises propostas, que, demonstradas por testes que seguiram a risca o que dita a norma ABNT NBR 9781 (2013), viu-se que o traço racional atingiu os resultados esperados, já as amostras produzidas com o traço oriundo de agregados reciclados da construção civil não atingiram resultados esperados, estes resultados não impedem um estudo mais aprofundado do método proposto, já que existem ou podem ser criadas novas tecnologias e métodos para a adaptação e consequentemente produção destes traços.

## **5. AGRADECIMENTOS**



Venho a este agradecer a todos os que participaram da minha vida nestes últimos cinco anos, que somaram para o meu amadurecimento como pessoa e que tornaram meus dias mais fáceis na faculdade, agradeço aos meus docentes, que, nunca negaram sua intelectualidade para as minhas dúvidas, agradeço a empresa PRS – Recicladora de Resíduos Sólidos pelo apoio em meu trabalho de conclusão de curso.

Dentre tantos agradeço principalmente a minha família em especial o Sr Luiz Carlos de Souza que é meu pai e em memória dos meus avós Silvério Zironi e Luzia Zironi, meu primo que recentemente nos deixou Thadeu Filipe Zironi e minha eterna e amada mãe que sempre em meus pensamentos está, Márcia Zironi.

## **6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio. NBR 9781. Rio de Janeiro, 2013.

CARNEIRO, A. P., BURGOS, P. C., ALBERTE, E. P. V. Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA / Caixa Econômica Federal, 2001. p.190-228.

SANTOS, J.R. Betão com agregados grossos reciclados de betão. São Paulo,SP. Revista Concreto, ISSN 1806-9673, IBRACON Instituto Brasileiro do Concreto, 2005, p.10-14



**BRUNO HENRIQUE ZIRONDI DE SOUZA**

**PRODUÇÃO DE BLOCOS PARA PAVIMENTAÇÃO  
INTERTRAVADA “PAVER” COM AGREGADOS ORIUNDOS DE  
DEMOLIÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Esta monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Bacharel em ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pela Banca Examinadora composta pelos examinadores abaixo relacionados, na data de 09/06/2017.

---

PROF. M<sup>Es</sup>. MARIA ANGÉLICA FOES ROCHA  
COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

---

PROF M<sup>Es</sup>. GILSON CASTRO DE MORAES  
ORIENTADOR

---

EXAMINADOR(A)

---

EXAMINADOR(B)

**PORTO VELHO**  
**2017.1**