

# BLOCOS DE CONCRETO INCORPORADO COM RESÍDUOS PROVENIENTES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CIDADE DE MANAUS

Edição 114 SET/22, Engenharias / 04/09/2022

REGISTRO DOI: 10.5281/zenodo.7048687

## **Autores:**

Lian Dourado Castro<sup>1</sup>

Fernando de Farias Fernandes<sup>2</sup>

## **RESUMO**

O presente trabalho aspira classificar um bloco de concreto incorporado com resíduo da Estação de Tratamento de Água para ser aceito como alternativa ecológica a partir de um material que não seria reutilizado. Além do mais, a pesquisa busca promover uma melhor destinação para os resíduos da ETA que seriam descartados. Deste modo, o bloco de concreto convencional e o concreto ecológico a ser proposto irão ser analisados suas características e a viabilidade de sua utilização como alternativa prática ecológica e construtiva. Após os blocos serem confeccionados, serão realizados os ensaios de análise dimensional e os ensaios mecânicos de resistência à compressão de acordo com as especificações da NBR 6136:2016. Os resultados de ambos os blocos serão comparados para constatar se é possível substituir um bloco concreto convencional de vedação por um bloco de concreto ecológico, sem função estrutural, de acordo com a

NBR 6136:2016 para então, estudar sua viabilidade a respeito de novas técnicas de construção civil com maior foco em sustentabilidade.

**Palavras-chave:** Bloco de concreto. Resíduo. ETA. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

The present work aims to classify a concrete block incorporated with waste from the Water Treatment Station to be accepted as an ecological alternative from a material that would not be reused. Furthermore, the research seeks to promote a better destination for waste from the WTP that would be discarded. In this way, the conventional concrete block and the ecological concrete to be proposed will be tested and analyzed their characteristics and the feasibility of their use as an ecological and constructive practical alternative. After the blocks are made, dimensional analysis tests and mechanical tests of compressive strength will be carried out in accordance with the specifications of NBR 6136:2016. The results of both blocks will be compared to see if it is possible to replace a conventional concrete block with an ecological concrete block, without structural function, according to NBR 6136:2016, and then study its feasibility regarding new civil construction techniques with a greater focus on sustainability.

**Keywords:** Concrete block. Residue. WTS. Sustainability.

## **INTRODUÇÃO**

As grandes quantidades de resíduo que são gerados todas as semanas da Estação de Tratamento de Água, certamente é uma das razões para a elaboração desta pesquisa e da busca por alternativas para o seu reuso. São gerados aproximadamente 20 toneladas de resíduo todos os dias.

O lodo gerado na ETA, que tem origem nos processos naturais para obtenção de água potável não possui os destinos mais ecológicos. O lodo a ser utilizado na pesquisa será o lodo gerado na etapa final da ETA, o mesmo lodo cuja destinação atualmente é para o aterro sanitário na cidade de Manaus.

O lodo tratado neste artigo tem origem da estação de tratamento de água do Programa Mais Água para Manaus – PROAMA situada no bairro Armando Mendes, zona leste da cidade de Manaus. Este resíduo é proveniente do processo de decantação de tratamento de água para abastecimento.

De acordo com Silva (2008), a toxicidade potencial dos lodos de estações de tratamento de água, para plantas, seres humanos e organismos aquáticos, depende de fatores tais como: características da água bruta; produtos químicos utilizados no tratamento; possíveis contaminantes contidos nesses produtos; reações químicas ocorridas durante o processo; forma de remoção e tempo de detenção dos resíduos nos decantadores; características hidráulicas, físicas, químicas e entre outras.

No Brasil o tratamento da água para o consumo humano é feito predominantemente através das estações de tratamento de água de ciclo completo que seguem essas etapas durante o tratamento: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Essas etapas visam a remoção das partículas sólidas em suspensão encontradas na água e a remoção dos microrganismos que podem causar danos à saúde dos consumidores do abastecimento urbano de água (KRUMMENAUER, 2015).

O setor da construção civil é o ramo do mercado que primeiro responde às condições favoráveis da economia. Tal setor é um importante agente responsável pelo desenvolvimento nacional, pois representa grande parte dos empregos que são gerados, e ocupa um papel fundamental na redução do *déficit* habitacional e de infraestrutura (ZUCCA et al., 2018. Apud. PASCHOALIN FILHO et al., 2017).

O lodo gerado nas estações de tratamento de água está diretamente relacionado com a qualidade da água do reservatório de abastecimento. Quanto maior a quantidade de partículas em suspensão (impurezas) maior é o volume de lodo gerado no tratamento da água. Essas partículas em suspensão são provenientes da matéria orgânica presente no corpo de água e também existem aquelas provenientes do solo da bacia hidrográfica que são carregadas pela erosão da chuva (KRUMMENAUER, 2015).

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **No Brasil**

Pela Constituição Nacional Brasileira, a ordem de prioridade do uso da água é estipulada da seguinte forma: consumo humano, industrial e por fim, agricultura; de forma que as águas utilizadas em irrigação serão cada vez mais escassas e de qualidade comprometida (SOUZA et al., 2015).

Enfatizando os malefícios do despejo dos efluentes, correlacionado ao seu grande potencial em matéria orgânica e outros elementos que nele contém, a utilização dos resíduos pode e deve ser alvo de estudos e práticas que fomentem o reaproveitamento como expressiva possibilidade de economia de recursos (SOUZA et al., 2015).

Dessa forma, para superar esses graves problemas ambientais são necessários o desenvolvimento de novos materiais e a busca de novas soluções construtivas, visando, utilização de materiais de alto desempenho e maior durabilidade, garantindo uma boa relação entre baixo custo, qualidade e segurança estrutural, com adoção de sistemas construtivos recicláveis ou reutilizáveis de baixa agressividade ao meio ambiente (JUNIOR; JIMENEZ, 2018).

### **Concreto**

De acordo com a TECNOSIL, o concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil, sendo composto por uma mistura de cimento, agregados graúdos (pedras), agregados miúdos (areia), água, aditivos e adições (sílica ativa).

Aditivos e adições são produtos fundamentais para melhorar o desempenho do concreto. Historicamente, o uso desses materiais aumentou à medida que cresceu a necessidade de se obter concretos com características especiais.

O concreto é classificado como estrutural e não estrutural. O primeiro é utilizado na estrutura de uma construção, quando se faz necessário oferecer resistência suficiente para manter uma edificação em pé. O segundo, como por exemplo o

concreto magro, é utilizado em partes não estruturais do edifício, possuindo uma menor resistência.

## **Bloco de Concreto**

De acordo com a CONSTRUINDO CASAS, os blocos de concreto, também chamados popularmente de blocos de cimento, possuem formato de paralelepípedo e dois furos grandes na vertical. Eles são utilizados na construção de paredes e muros.

Eles foram inicialmente produzidos em 1902 para oferecer mais segurança a casas, hospitais e escolas.

Os blocos de concreto são os mais utilizados na alvenaria estrutural, por isso muitos não lembram que existem blocos para alvenaria de vedação também.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho utiliza como metodologia, normas brasileiras para possibilitar o estudo de uma prática construtiva e ecológica da utilização de blocos de concreto incorporado com resíduo da ETA, ao analisar suas características importantes para a construção civil.

Os procedimentos experimentais foram baseados e desenvolvidos pelas normas técnicas da ABNT Quadro 1.

### **QUADRO 1: ENSAIOS EXPERIMENTAIS PARA METODOLOGIA**

<b>Ensaio</b>	<b>ABNT</b>
Agregado Miúdo	NBR NM 52
Bloco vazados de concreto simples	NBR 12118:2013
Análise Dimensional	NBR 6136
Granulometria	NBR NM 248

Serão apresentados os materiais, traço utilizado, processo de cura e a metodologia dos ensaios realizados para confecção dos blocos de concreto.

O cimento utilizado para confecção dos blocos de concreto para vedação foi o cimento CP IV 32, a ser adquirido na cidade de Manaus – AM.

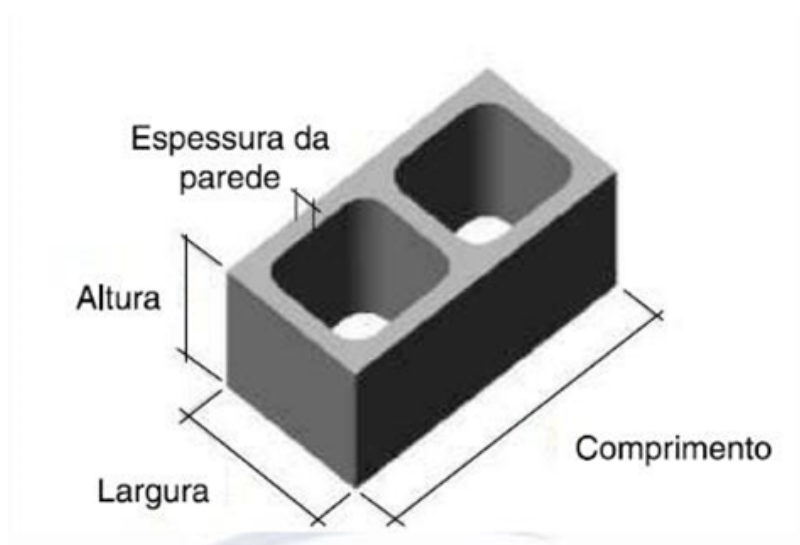
O agregado graúdo utilizado para confecção dos blocos de concreto para vedação foi o agregado do tipo seixo 0.

O agregado miúdo utilizado na pesquisa para confecção dos blocos de concreto para vedação foi a areia natural.

O resíduo utilizado na confecção dos blocos de concreto foi o resíduo da Estação de Tratamento de Água da Ponta das Lajes, situada no bairro Armando Mendes, zona leste da cidade de Manaus.

A figura 01 mostra o formato dos blocos confeccionados.

**FIGURA 01 – FIGURA ILUSTRATIVA DOS BLOCOS CONFECCIONADOS**



Os blocos confeccionados possuem dimensões de 14x19x39cm se caracterizando como parte da família 15 x 40 de acordo com a (tabela 1).

**TABELA 1 – FIGURA ILUSTRATIVA DOS BLOCOS CONFECCIONADOS**

Família	20 x 40	15 x 40	15 x 30	12,5 x 40	12,5 x 25	12,5 x 37,5	10 x 40	10 x 30	7,5 x 40
Largura	190	140	115			90		65	
Altura	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Inteiro	390	390	290	390	240	365	390	290	390
Meio	190	190	140	190	115	-	190	140	190

Fonte: NBR 6136

Os blocos confeccionados se caracterizam como blocos da Classe C de acordo com a sua largura e espessuras das paredes conforme a Tabela 2.

**TABELA 2 – FIGURA ILUSTRATIVA DOS BLOCOS CONFECCIONADOS**

Classe	Largura nominal mm	Paredes longitudinais <sup>a</sup> mm	Paredes transversais	
			Paredes <sup>a</sup> mm	Espessura equivalente <sup>b</sup> mm/m
A	190	32	25	188
	140	25	25	188
B	190	32	25	188
	140	25	25	188
C	190	18	18	135
	140	18	18	135

Fonte: NBR 6136

A Tabela 3 revela os parâmetros que os blocos de cada classe devem apresentar.

**TABELA 3 – FIGURA ILUSTRATIVA DOS BLOCOS CONFECCIONADOS**

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial <sup>a</sup> MPa	Absorção %				Retração <sup>d</sup> %
			Agregado normal <sup>b</sup>		Agregado leve <sup>c</sup>		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	<b>C</b>	<b><math>f_{bk} \geq 3,0</math></b>	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			

Fonte: NBR 6136

## RESULTADOS

Os valores resultantes dos ensaios fornecidos pelas composições granulométricas tornaram possível a análise granulométrica da areia e do resíduo, assim como o módulo de finura e diâmetro máximo para cada agregado. (Tabela 4 e 5)

**TABELA 4 – GRANULOMETRIA DA AREIA**

Granulometria da Areia			
Peneiras (mm)	Peso Retido (g)	% de Peso Retido	% de Peso Retido Acumulado
4,8	0,1	0,01	0,01
2,4	7,1	0,76	0,77
1,2	36,2	3,89	4,66
0,6	93,8	10,08	14,74
0,3	257,1	27,62	42,36
0,15	524	56,29	98,65
Fundo	12,6	1,35	100,00
Total	930,9	100,00	-
Módulo de Finura	1,61	Diâmetro Máximo	1,2

O módulo de finura da areia, somatória dos valores das porcentagens retidas de 161 que dividido por 100 apresenta 1,61. Para o diâmetro máximo do agregado correspondente à abertura nominal em uma peneira da série, na qual o



agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa, a areia apresentou o valor de 1,2mm.

**TABELA 5 – GRANULOMETRIA DO RESÍDUO DA ETA**

<b>Granulometria do Resíduo</b>			
<b>Peneiras (mm)</b>	<b>Peso Retido (g)</b>	<b>% de Peso Retido</b>	<b>% de Peso Retido Acumulado</b>
4,8	0	0,00	0,00
2,4	213,6	27,49	27,49
1,2	247,7	31,88	59,38
0,6	116,8	15,03	74,41
0,3	93,7	12,06	86,47
0,15	62,4	8,03	94,50
Fundo	42,7	5,50	100,00
Total	776,9	100,00	-
Módulo de Finura	3,42	Diâmetro Máximo	4,8

## **ESCOLHA DO TRAÇO**

Na escolha da metodologia que indicasse a proporção dos materiais que constituem o concreto (traço), a técnica utilizada foi a adotada por ALMEIDA et. All (2017) com o traço inicialmente definido em de 1:2,75:2,25:0,45 (cimento, areia, brita, água). Neste traço ocorreram algumas correções nas proporções dos materiais em virtude da metodologia de confecção do bloco, gerando um novo traço (traço modificado).

## **TRAÇO MODIFICADO**

As proporções de materiais adotadas do trabalho ALMEIDA et. All (2017) não alcançaram os objetivos desta pesquisa, a pasta de concreto não tinha uma boa aderência e a quantidade de brita 0 tornou o bloco de concreto pouco denso e compacto, devido a quantidade de material graúdo. Optou-se assim pela inclusão de pó de pedra no traço e a diminuição da quantidade de brita para desenvolver uma pasta que atendesse as necessidades desta pesquisa foram realizadas correções nas proporções para melhor se adequar para esse projeto O

traço definido foi 1:2:1:2:1 (cimento, areia, brita 0, pó de pedra, água). Foram utilizados dois traços para substituição parcial da areia, utilizando a inserção do resíduo da ETA. As substituições parciais foram de 10% e 20% conforme a Tabela 6

**TABELA 6 – GRANULOMETRIA DO RESÍDUO DA ETA**

<b>Traços</b>	cimento	areia	brita 0	pó de pedra	agua	Resíduo
Referência	1	2	1	2	1	0
10%	1	1,8	1	2	1	0,2
20%	1	1,6	1	2	1	0,4

Quantidade de Blocos de concreto que foram produzidos estão descritos na Tabela 7.

**TABELA 7 – GRANULOMETRIA DO RESÍDUO DA ETA**

Porcentagem de resíduo (%)	Resistência à Compressão	
	7 dias	28 dias
10	3	3
20	3	3

Os blocos de concreto foram realizados manualmente Figuras 2.a e 2.b. até atingirem uma consistência homogênea de todos os seus materiais para então serem moldados na forma metálica.

**FIGURA 2.A E 2.B – CONCRETO EM EXECUÇÃO**



Após os blocos atingirem a consistência adequada, o mesmo foi inserido na forma metálica para dar forma ao bloco de concreto conforma a Figura 3.

**FIGURA 3 – FÔRMA DO BLOCO DE CONCRETO**



Após inseridos na forma e preenchidos até o topo, o mesmo era comprimido com a haste metálica superior para em seguida prosseguir com a desforma conforme a Figura 4.

**FIGURA 4 – BLOCO APÓS RETIRADO DA FORMA**



Após a realização dos blocos de concreto os mesmos foram inseridos em tanques com água para que o processo de cura dos blocos pudesse ocorrer adequadamente conforme a Figura 5.

**FIGURA 5 – BLOCO FINALIZADO**



Após a conclusão dos blocos foi realizado as análises dimensionais dos blocos quanto a largura, espessura e comprimento dos mesmos conforme a Figura 6.

**FIGURA 6 – ANÁLISES DIMENSIONAIS DOS BLOCOS**



Como mostra a Tabela 8, 9 blocos dos 12 estiveram dentro dos parâmetros aceitáveis quanto ao comprimento, 10 blocos dos 12 estiveram dentro dos parâmetros aceitáveis quanto á altura, 11 blocos dos 12 estiveram dentro dos parâmetros aceitáveis quanto a espessura.

**TABELA 8 – ANÁLISES DIMENSIONAIS DOS BLOCOS DE CONCRETO**

Características	Aceitos pela NBR 6136
-----------------	-----------------------

Largura	12/12
Altura	11/12
Comprimento	10/12

Nos períodos de 7 e 28 dias após a execução dos blocos de concreto, foram realizados seus respectivos rompimentos em uma prensa hidráulica conforme a Figura 7.

**FIGURA 7 – BLOCO NA PRENSA HIDRÁULICA**



A Tabela 9 mostra os resultados de resistência a compressão dos blocos de concreto produzidos.

**TABELA 9 – RESULTADOS DAS RESISTÊNCIAS A COMPRESSÃO DOS BLOCOS PRODUZIDOS**

<b>RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO</b>		
Quantidade de resíduo (%)	7 dias	28 dias
10	2,38	3,75
	2,93	3,91
20	2,95	4,11
	2,84	4,22

## **CONCLUSÃO**

Após a finalização do artigo é possível constatar algumas análises a partir dos resultados obtidos.

A respeito das análises dimensionais foi possível constatar que a maior parte dos blocos atenderam as especificações exigidas na NBR 6136 quanto aos requisitos das análises dimensionais. A NBR 6136 especifica também as tolerâncias permitidas das dimensões como sendo de 2mm para a largura e de 3mm os limites altura e comprimento. A forma utilizada e o processo de execução manual podem ter sido o motivo da não adequação de todos os blocos quanto aos requisitos dimensionais.

As resistências mecânicas foram verificadas com o auxílio de uma prensa hidráulica para analisar as resistências dos blocos de concreto tradicionais e ecológicos. Aos 7 e 28 dias de idade os blocos foram rompidos e constatados que no período de 28 dias eles atenderam as resistências mínimas de um bloco classe C, especificado na NBR 6136, cuja resistência deve ser de superior a 3,0MPA.

A geração de resíduo de apenas uma das estações de tratamento de água da cidade é de 20 toneladas por dia atualmente. No aspecto ambiental, a utilização do resíduo diminui o volume que seria destinado ao aterro sanitário, gerando assim desta forma um benefício ecológico de aproveitar um material que seria descartado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118/2013: Bloco vazado de concreto simples para alvenaria estrutura – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136/2006: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

ALMEIDA, L. F. S.; ANACLETO, M. G.; COSTA, W.A.C. Estudo da Viabilidade da Utilização de Lodo de ETA em Blocos Vazados de Concreto por Meio da Avaliação de Propriedades Mecânicas e Acústica, 2017. Curitiba

JÚNIOR, S. B. J.; JIMENEZ, I. J. T. Uso de Lodo de Estação de Tratamento de Água em Matriz Cerâmica para Fabricação de Tijolos.

KRUMMENAUER, C.D. Equação Empírica para a Determinação do Custo Total com o Manejo do Lodo na ETA de Chapecó-SC, 2015. Santa Catarina.

O QUE É CONCRETO E QUAIS OS PRINCIPAIS TIPOS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO?. TECNOSIL, 2021.

REIS, N.M. Sistema Construtivo Sustentável e Termoacústico: Desenvolvimento de Blocos de Concreto com Adição de Placas de Poliestireno Expandido (EPS), 2022. Manaus

SILVA, J.F.A. Comportamento de Concreto Asfáltico tendo Lodo da ETA da Cidade de Manaus como Fíler, 2008. Manaus.

ZUCCA, R.; NETO, J.G.V.; SANTOS, R.C.; LOVATTO, J.; COSTA, M.V. Uso de Resíduos de Construção como Agregado Graúdo Destinado à Confecção de Blocos para Alvenaria de Vedação, 2018.

---

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Civil, EST-UEA, Manaus-AM.

E-mail: [ldc.eng@uea.edu.br](mailto:ldc.eng@uea.edu.br)

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado, força, saúde física e mental para permitir que meus objetivos fossem alcançados.*

*À minha mãe, Maysa Dourado, por ter fornecido todo o necessário para a minha jornada e pelo apoio incondicional em acreditar no que eu era capaz.*

*À minha namorada Roberta Karen, pela força, apoio e suporte ao longo desses anos e estar presente nos momentos bons e difíceis.*

*Ao meu orientador, prof. Msc. Fernando de Farias Fernandes pela educação e todo conhecimento transmitido durante a faculdade.*

[← Post anterior](#)

---

## RevistaFT

**A RevistaFT é uma Revista Científica Eletrônica Multidisciplinar Indexada de Alto Impacto e Qualis “B”.** Periodicidade mensal e de acesso livre. Leia gratuitamente todos os artigos e publique o seu também [clikando aqui](#).

## Contato

**Queremos te ouvir.**

**WhatsApp:** 11 98597-3405

**e-Mail:** [contato@revistaft.com.br](mailto:contato@revistaft.com.br)

**ISSN:** 1678-0817

**CNPJ:** 45.773.558/0001-48





Copyright © Editora Oston Ltda. 1996 - 2022

Rua José Linhares, 134 - Leblon | Rio de Janeiro-RJ | Brasil